

బొమ్మలలో ఖగోళ శాస్త్రం

తల్లు!
మీరు చెప్పేదంతా
శుద్ధ తల్లు!



రచన, బొమ్మలు : ఉదయ్ పాటిల్
అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి

Story of Astronomy

Written and Illustrated by Uday Patil

బొమ్మలలో

ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు : ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



ఇదే రకంగా కాపీ హక్కులు లేవని సూచిస్తూ
ఏ వ్యక్తి/ సంస్థ అయినా వాణిజ్య ప్రయోజనాలు లేకుండా
ఈ పుస్తకం అనువాదం/ ప్రచురణ/ పంపిణీ చేపట్టవచ్చు.

ఇతర అన్ని హక్కులు రచయితవి.

ప్రచురణ కాలం : మార్చి, 2011

ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 55/-

ప్రచురణ, ప్రతులకు:

మంచి పుస్తకం

12-13-439, వీధి నెం.1

తార్నాక, సికింద్రాబాదు - 500 017

ఫోన్ : 94907 46614

జన విజ్ఞాన వేదిక

జి. మాల్యాద్రి

ప్రచురణల విభాగం

162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,

ఫోన్: 94405 03061

ముద్రణ :

చరిత ఇంప్రెషన్స్, 1-9-1126/బి, అజామాబాద్, హైదరాబాదు - 20. ఫోన్ : 040 - 2767 8411.

బొమ్మలలో ఖగోళ శాస్త్రం

రచన, బొమ్మలు :

ఉదయ్ పాటిల్

అనువాదం :

డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



మంచి పుస్తకం



జన విజ్ఞాన వేదిక

ముందుమాట

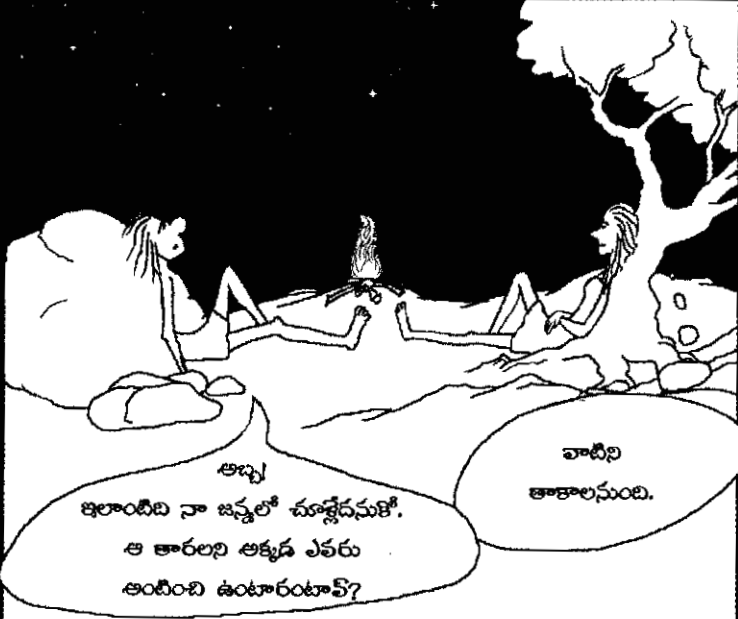
నక్షత్రాలు, గ్రహాలు, విశ్వం గురించి ఎందుకు తెలుసుకోవాలి? ఈ అనంత విశ్వంలో లక్షల, కోట్ల గాలక్సీలు, సౌర వ్యవస్థలున్నాయి. మన సౌర వ్యవస్థలోని సూర్యుడు మనకి ప్రచండ భానుడే కావచ్చు. కానీ విశ్వ ప్రమాణాలతో చూస్తే గుడ్డిగవ్వ కిందకి కూడా రాదు. భూమి మీద అసాధారణ పరిస్థితుల వల్ల జీవం పుట్టింది, చైతన్యం రగిలింది. మనలోని హేతువు ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోటానికి ప్రేరేపిస్తుంది. మన పుట్టు పురోవృత్తరాల గురించి, ఈ అనంత విశ్వంలో మన స్థానం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవాలంటుంది. మన పూర్వకులకంటే ఈ విశ్వం గురించి మనకు చాలా తెలుసు, కానీ మనం తెలుసుకోవలసింది ఇంకా చాలా ఉంది. సమాధానాలు లేని ప్రశ్నలు ఇంకా ఎన్నో ఉన్నాయి.

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన అవగాహన, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది. ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, ఇది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెబుతుంది.

ఖగోళ శాస్త్ర కథనంతటినీ ఒక చిన్న బొమ్మల పుస్తకంలోకి కుదించడం కష్టమే. చారిత్రకంగా కీలకమని భావించిన కొన్ని ఘటనలను మాత్రమే ఎంచుకున్నాను. ఇప్పటికీ చర్చిస్తున్న సిద్ధాంతాలను, వివాదస్పద విషయాలను వదిలిపెట్టేశాను. తేలికగా అందుబాటులో ఉన్న పుస్తకాలనుంచి కథగా చెప్పటానికి అనువైన వాటి నుంచి ఎంచుకున్నాను. కొన్నిచోట్ల వివాదంలో ఒక పక్షం వైపు నేను నిలబడ్డానని అనిపించవచ్చుకానీ ఇది ఉద్దేశపూర్వకంగా చేసింది కాదు.

ఏ సహాయం లేకుండా ఈ పుస్తకం రాయటం నా వల్ల అయ్యి ఉండేది కాదు. ఆర్థిక సహాయం చేసిన సర్ రతన్ టాటా ట్రస్ట్‌కి, ఈ పుస్తకం బీజ రూపం నుంచి ముద్రణ వరకు మార్గదర్శనం చేసిన అరవింద గుప్తాకి కృతజ్ఞతలు. రాతప్రతిని క్షుణ్ణంగా సమీక్షించి, విలువైన విషయాలు తెలియచేసిన ఆచార్య జె.వి. నార్లీకర్, డా॥ ప్రదీప్ గోరోస్కర్‌లకు ధన్యవాదాలు. ఒక పేజీ పూర్తి అయిన తరువాత ఆ ఆనందాన్ని నాతోపాటు నా భార్య పల్లవి పంచుకుంది. నా బొమ్మలంటే పడిచచ్చే మిహిర్‌కి ఈ పుస్తకం అంకితం....

- ఉదయ్ పాటిల్

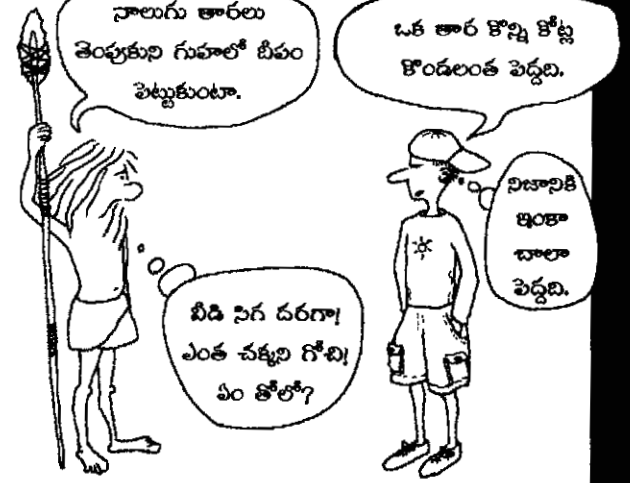


అబ్బ!
ఇలాంటిది నా జన్మలో చూడలేదులే.
ఆ తారలని అక్షుడ ఎవరు
అంటింది ఉంటారంటావో?

వాటిని
తారాలనుంటి.

చీకటి ఆకాశంకేసి ఎప్పుడు చూసినా అబ్బురపాటు కలుగుతుంది. తారల అందాన్ని చూసి మన ప్రాచీనులు కూడా మైమరచారు. దూరం నుండి ఊరిస్తాయి గాని చేతికి అందవు. అందుకే అవంటే అంత మురిపెం.

కాని ఒక్కటి మాత్రం నిజం. 10,000 ఏళ్ల క్రితం కూడా ఆకాశం ఇంచుమించు ఇప్పుడు ఉన్నట్టే ఉండేది. కాని తారల గురించి మనకి తెలిసిన దానికి, మన పూర్వీకులకు తెలిసిన దానికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది. ఎంత తెలిసినా విశ్వం పట్ల మన సంక్రమం మాత్రం తగ్గలేదు.



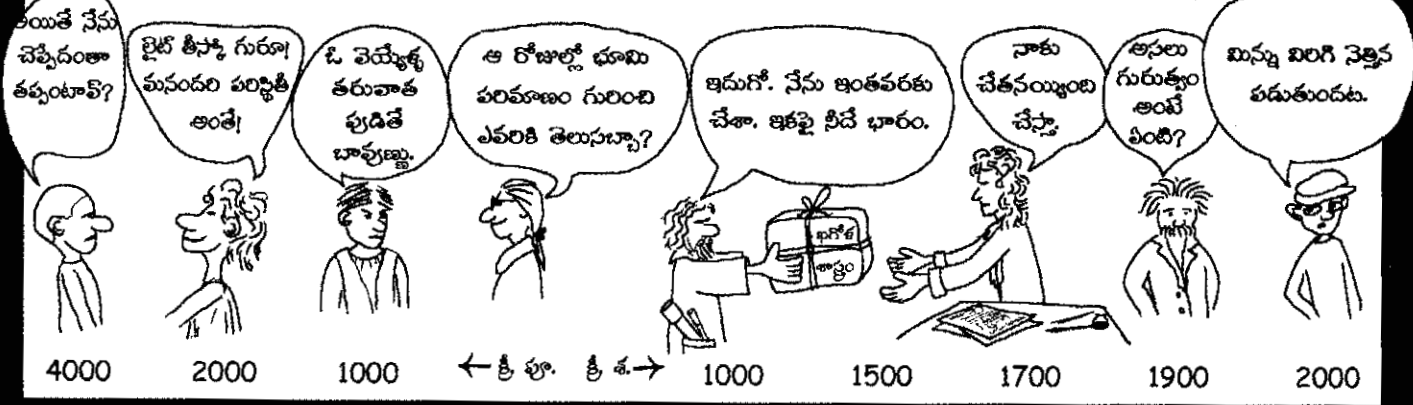
నాలుగు తారలు
తెంపుకుని గుహలో బీపం
పెట్టుకుంటా.

ఒక తార కొన్ని కోట్ల
కొండలంత పెద్దది.

నిజానికి
ఇంకా
బాలా
పెద్దది.

బీడి సిగ దరగా
ఎంత చక్కని గోబి
ఏం తోలో?

మనకి ప్రస్తుతం తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి పుట్టుకురాలేదు. కొన్ని వేల సంవత్సరాల పాటు వికాసం చెందింది.



కయితే నేను
చెప్పేదంతా
తప్పంటావో?

లైట్ తీస్తూ గుర్తా
మనందరి పరిస్థితి
అంతే!

ఓ వెయ్యేళ్ల
తరువాత
పుడితే
బావుణ్ణు.

ఆ రోజుల్లో భూమి
పరిమాణం గురించి
ఎవరికి తెలుసబ్బా?

ఇదుగో. నేను ఇంతవరకు
చేశా. ఇకపై నీదే భారం.

నాకు
చేతనయ్యింది
చేస్తా

అసలు
గురుత్వం
అంటే
ఏంటి?

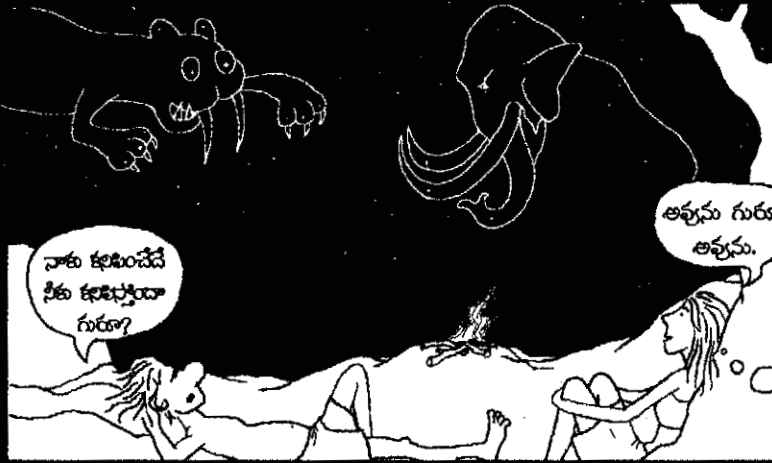
మిన్న విరిగి నెత్తిన
పడుతుందట.

ఖగోళ శాస్త్ర సరిహద్దులని
అమితంగా విస్తరించేసిన
ఓ సుదీర్ఘ ప్రయాణ
గురించి ఈ కథ.

విశ్వం గురించి మనకి
తెలిసింది కాక ఇంకా ఏదైనా
ఉందా? ఎందుకు లేదు?
రోజురోజుకీ ఏదో కొత్త
విషయాలు తెలుస్తున్నాయి.



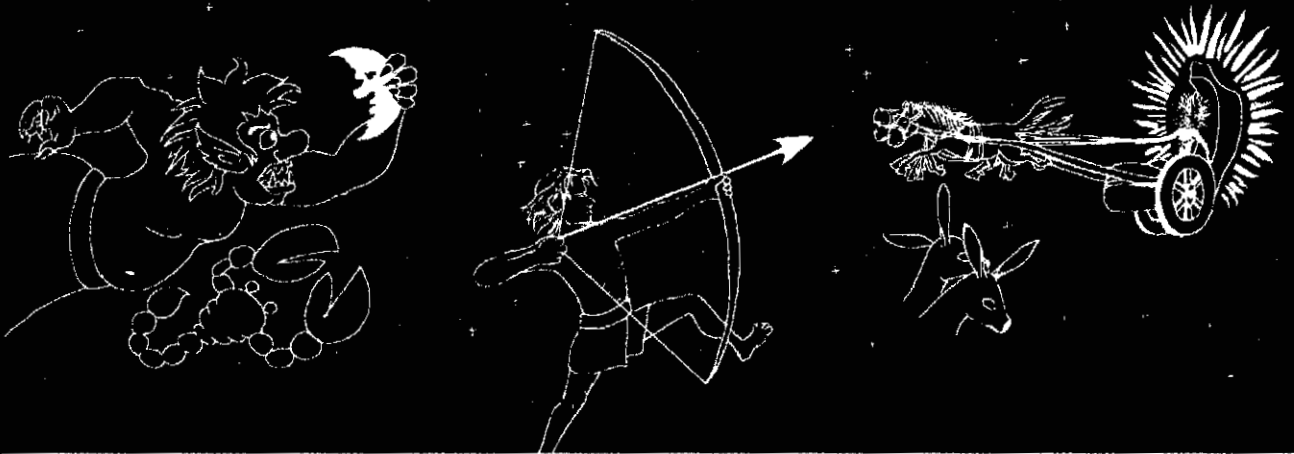
విద్యుదా ఇంటే.
తెలుగుమంటున్న కొద్ది
తెలుగుదోవాల్సినది ఇంకా
విద్యుద అట్టుతుంటుంది.



రాత్రి చేక అకావాన్ని చూసి చుర చూర్చుకుంటు మైమరచి పోయేవారు. అడవిలో వాళ్ళకి చెప్పలేని విషయం. తొలచేం భయం కూడా. తారల విర్వాత్తులో వారికి ఏదెదో అకారాలు కనిపించేవి. చేపలు, రాకాకులు, జంతువులు, చక్కని చుక్కలు వారికి ఆ చుక్కల్లో కనిపించేవి. వాటితో ఎన్నో కష్టాల కథలల్లారు.

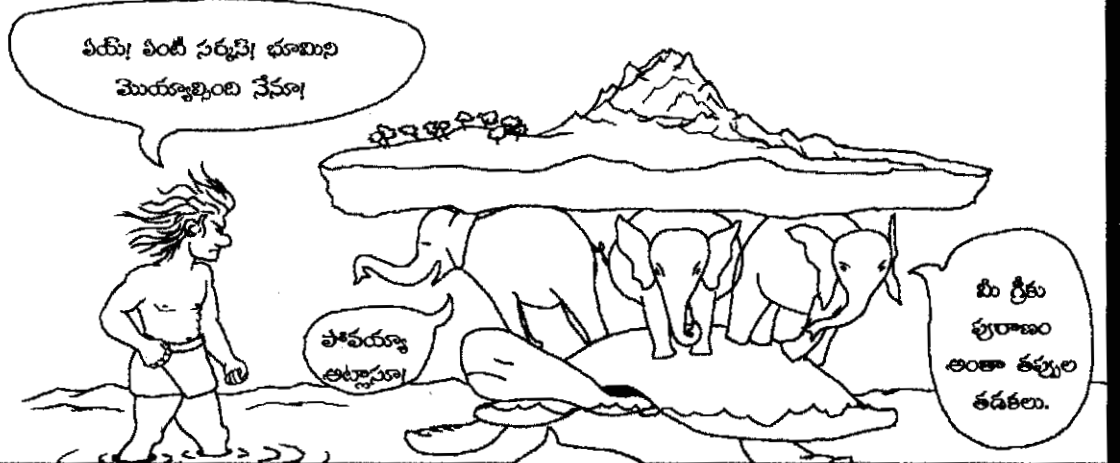
హిమయుగంలోంచి అదివాసుడిని పైకి తీయొచ్చు గాని, అదివాసుడిలోంచి హిమయుగాన్ని పైకి తీయలేంగా!

ఏ సంస్కృతి తీసుకున్నా వారి పురాణాల్లో, ఇతిహాసాల్లో, జానపదాల్లో సూర్యుడికి, చంద్రుడికి, తారలకి ముచ్చటైనం ఉంది.



విశాలమైన పక్షిం లాంటి భూమిని ఒక ఏనుగుల దండు మోసేదని అనుకునేవారు ప్రాచీన భారతీయులు. ఆ ఏనుగులు సముద్రంలో ఈదులాడుతున్న ఓ పెద్ద తాబేలు మీద నించున్నాయి. అప్పుడప్పుడు తాబేలు ఆయాసంతో కొద్దిగా కదిలేది. అలా వచ్చేవే భూకంపాలు!

గ్రీకులకీ ఇలాంటి పట్ట కథలు ఉండేవి. గ్రీకు పురాణాల్లో టైటన్లు గొప్ప శక్తి గల దేవతలు. భూమి కింద పడకుండా భుజాల మీద మోయడం అట్లాస్ అనే టైటన్ వీరుడి పని.



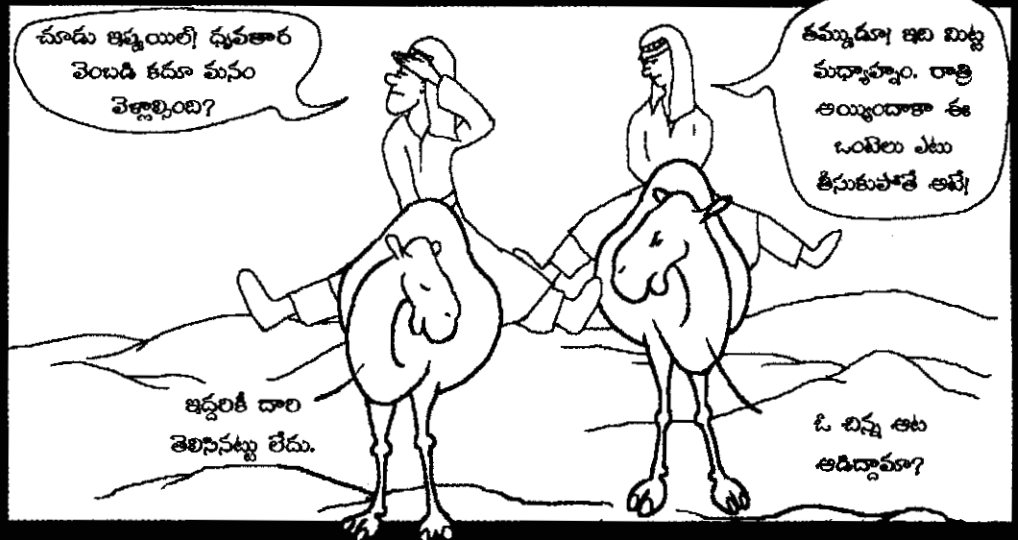
ఈ పుత్తిటి పురాణాలన్నీ చట్టి ఊహగానాలు. వివాదాస్పద అర్థం చేసుకోవడంలో చురుప్చి చురుప్ తప్పుటడుగులు, తొలిమెట్టు.

రావయ్యా బాబూ, మెయ్యలేక ఉన్నవ్యా

ఆ విధంగానే మొత్తమొదటి విశ్వవాస్తాలు అరంభం అయ్యాయి.

కాలెండర్లు, గడియారాలు
ప్రేసి కాలంలో ఆకాశం
చూసి సమయం, దిశ
తెలుసుకునే వాళ్ళు.

ఆ విధంగా నావికులు,
వాటసారులు దారి
తెలుసుకునేవారు.



సముద్రం మీద ప్రయాణించే
నావికులకి కూడా ఆకాశం
ఎంతో ఉపయోగపడేది.
తారలని చూసి నడిసముద్రంలో
దారి తెలుసుకునేవారు.

ఖగోళ విజ్ఞానం పెరగడంతో
నౌకాయానం కూడా ఒక
శాస్త్రంగా పరిణామం చెందింది.
తారలని కచ్చితంగా పరిశీలిస్తూ
నావికులు సునాయాసంగా
సముద్రాలని దాటేవారు.



తారలని చూసి నౌకాయానం
చేసే ఆచారం ఇప్పటికీ ఉంది.

దాని అధునిక ఓడలు
సాటిలైట్లు, రేడియో
తరంగాలు, అధునాతన
ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు
మొదలైనవి వాడుకుని
సముద్రాలు దాటతాయి.



శీనూ...
నా మనసిదో కిడు
శంకిస్తోంది.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు అన్నీ ఆకాశంలో కదులుతూ కనిపిస్తాయి. కాని జాగ్రత్తగా చూస్తే వాటిలో కొన్ని విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి.

తారలు కదులుతూనే ఉంటాయి. కాని చాలీ చాలావి మాత్రం ఎప్పుడీకి మారవు.



నిజమే... కాని అక్షుడి ఉత్తరంలో ఉన్న తార మాత్రం అస్సలు కదలడం లేదు.

అలా ఎందుకు జరుగుతోందో ఆలోచించారు.

అకాశం అనే గోళంలో తారలు అతికించబడి ఉన్నాయి. ఆ గోళం ఓ బొంగరంలా తిరుగుతోంది.



ఆ గోళపు అక్షం మీదుగా ఉంది కాబట్టి ఆ ఉత్తర తార కదలనట్లు కనిపిస్తుంది.

ఖగోళ విజ్ఞానంలో ఇవి మొదటి మెట్లు.

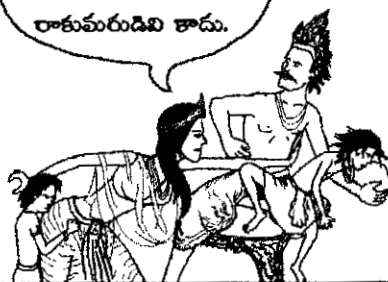
'ఉత్తర తార' లేక 'ధ్రువ తార' - స్థిరంగా ఉంటుంది కాబట్టి ఖగోళ విజ్ఞానంలో దీనికి ప్రత్యేక స్థానం ఉంది.

తక్కిన తారలే వాత విపర్యయాల అంతా ధ్రువ తార చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయి.

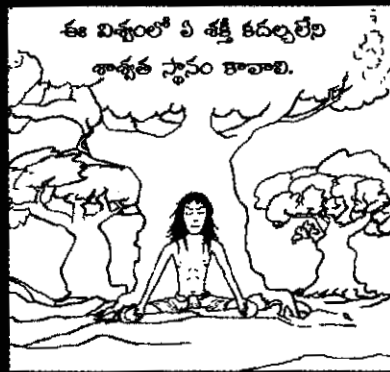
భారతీయ పురాణాలలో ధ్రువుడు ఒక రాజకుమారుడు. విష్ణువు వరంతో తారగా మారిపోతాడు. అదే ధ్రువతార.

ఒకనాడు ఐదేళ్ల ధ్రువుడు తండ్రి ఒడిలో కూర్చుని ఉంటాడు. తన సవతి తల్లి ఆ ధృత్యం చూసి సహించలేకపోతుంది. రాజు ఒడిలోంచి ధ్రువుణ్ణి పక్కకి తోసి తన సొంత కొడుకుని కూర్చోపెడుతుంది.

బిగు, బిగు, నువ్వొక్కడివే రాకుమరుడివి కాదు.



మనసు గాయపడ ధ్రువుడు తనకంటూ ఓ వాస్తవ నివాసం కోసం వెతుకుతూ పోతాడు. దీర్ఘకాలం తపస్సు చేసి ఆ తపస్సుకి పరంగా ఓ స్థిరతారగా మారిపోతాడు.



మరి తారలన్నీ ప్రత్యేక విన్యాసాలలో కదులుతాయా?... కాదు.

తారలన్నీ ప్రత్యేక విన్యాసాలలో కదులుతాయని చెప్పావు. మరి అది ఎలా పోతోంది.



మూడ్డానికి తారలాగా ఉన్నా అది మరేదో అయ్యుంటుంది.

కొన్ని ప్రతాపవంతమైన తారలు విన్యాసాన్ని వదిలి సంచరిస్తున్నాయి. గ్రీకులు వాటిని ప్లానెట్స్ (గ్రహాలు) అన్నారు. అంటే సంచారకులు అని అర్థం. స్థిరమైన తారా విన్యాసాల మీదుగా ఈ సంచార తారలు వెళ్తూ వచ్చినట్లు కదులుతున్నాయి.

సూర్యుడు, చంద్రుడు కూడా స్థిర తారల విన్యాసంలో భాగం కావు.

సూర్యుడు, చంద్రుడు కూడా గ్రహాలేమో. అందుకే అవి కూడా సంచరిస్తున్నాయి.



సూర్యుడు కూడానా? అలా ఎలా అనగలవు?

తారల లాంటి గ్రహాలు ఐదు ఉన్నాయి. వాటికి గ్రీకులు తమ దేవతల పేర్లు ఇచ్చారు.

మెర్క్యురీ	వీనస్	మార్స్	జూపిటర్	సాటర్న్	షుని మా సంగతేంటి?
★	★	+	+	+	☀️ 🌙

వాటికి సూర్య, చంద్రుల్ని కలిపితే గ్రహాల సంఖ్య ఏడుకి పెరిగింది.

తారల విన్యాసాలు చాలా వేగంగా కదిలేవి. కొద్ది నిమిషాలలోనే అవి కదిలినట్టు తెలిసేది. కాని ఆ విన్యాసాల నేపథ్యం మీదుగా గ్రహాల కదలిక చాలా నెమ్మదిగా జరిగేది.

ఈ గ్రహాలిది వట్టి నక్షత్రం. నేను చచ్చేలోపు బిబి గురించి ఏమీ తెలుసుకోలేనేమో.

బిన్న విషయం తెలిసినా గొప్ప అనుకోవాలి.



గ్రహాల చలనాన్ని గుర్తించాలంటే రోజులు, నెలలు జాగ్రత్తగా పరిశీలించాలి.

బీనసి ఇష్టం వచ్చినట్టు తిరుగుతోంది.

దాని గమనంలో ఏదైనా క్రమం ఉండేమో.

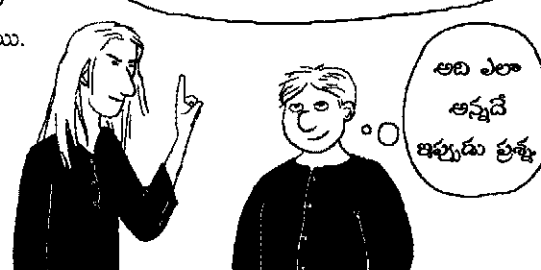
చూడడం ఆపకు.



తొన్ని సత్యాల్ల పాటు నిశితంగా చేసిన పరిశీలనల పల్ల రహస్యం విడపాగింది.

ఈ కృషి వల్ల రెండు విషయాలు స్పష్టం అయ్యాయి.

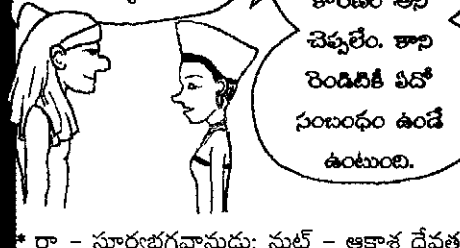
గ్రహాల గమనంలో కూడా ఒక క్రమం ఉంది. ఒక విన్యాసం ఉంది. వాటి గమనాన్ని ముందే నిర్ణయించొచ్చు.



రెండవ విషయం. ఆకాశంలో సంఘటనలకి భూమి మీద ప్రభావం ఉంటుంది.

అంతా 'రా' మహిమ! అదుగో నిలిచునె తార! ఇక వైలు నది పోవట్టుతుంది.

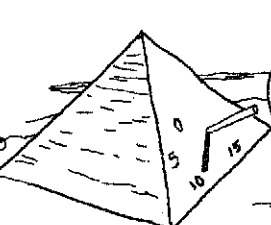
అంతా 'నుటో' మహిమ! నిలిచునె కారణం అని చెప్పలేం. కాని రెండిటికీ ఏదో సంబంధం ఉండే ఉంటుంది.



హెబ్బెలో నైలు పరదల పల్ల జనతీదనం ప్రభావితమయ్యేది.

సూర్యుడికన్నా నిలిచునె తార ముందు ఉదయస్తే నైలు పోవెట్టుతుందని వారిలో చెప్పేది.

తమకి తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానంతో మళ్లీ సిరియస్ ఎప్పుడు ఉదయిస్తుందో ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగేవారు ఈజిప్షియన్లు.



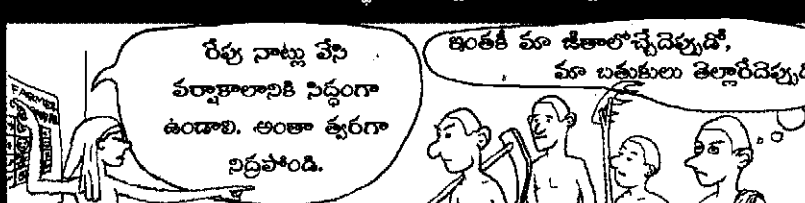
ఇప్పుడు అర్థమయ్యింది. ఆ పిరమిడ్ మీద పాతన కట్టిన నీడ బట్టి వైలు వరదకి ఇంకా ఎన్ని రోజులు ఉందో చెప్పొచ్చు.

అవునా? భలే... హోరీ దేవుడియో! మరో పది రోజుల్లో వైలు వరదలన్న మాట.

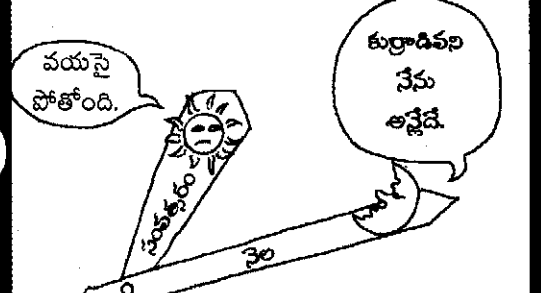


ప్రకృతి సహజంగా జరిగే సంఘటనలని ముందే నిర్ణయించడానికి ఏ చక్కని పద్ధతి కావాలి. ఆ అవసరాన్ని తీర్చడానికి కాలెండర్ వుట్టింది. తారా విన్యాసాల మీదుగా సూర్యుడు ఒక చుట్టు చుడితే ఒక సంవత్సరం అవుతుంది. చంద్రుడి పర్వాలన్నీ ఒకసారి గడిస్తే ఒక మాసం అవుతుంది.

సేద్యం, రాజ్యపాలన మొదలైన పృథుహారాలన్నీ ఇప్పుడు ప్రణాళిక బద్ధంగా నిర్వహించుకోవచ్చు.



సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు మనకు కాలనిర్దేశాలు. భూమి చుట్టూ వాటి ప్రదక్షిణ బట్టి రోజులో సమయం చెప్పొచ్చు. స్థిర తారా విన్యాసంలో వాటి సంచారాన్ని బట్టి ఏడాదిలో ఎక్కడున్నామో చెప్పొచ్చు.



కొందరికి ప్రతీ విషయాన్ని ఆధ్యాత్మిక దృష్టితో చూడడం అలవాటు.

రేపు
ఈ గ్రహాలన్నీ
ఎక్కడుంటాయో
ఏమో దేవుడెరుగు!

వాటికి కూడా
సంకల్పం
ఉంటుందేమో

అందుకే భూమి మీద
మన జీవితాలని గ్రహాలు
ఓ ఆటాడిస్తూన్నాయ్!

అలా జ్యోతిష్యుల ప్రట్టింది. గ్రహాలు తమ జీవితాలని శాసిస్తున్నాయని జనం నమ్మడం మొదలుపెట్టారు.

వండితులు ఈ మూఢనమ్మకాన్ని ఆసరాగా తీసుకుని...

గ్రహాల
కాలంలో
పుట్టాడా
పాపం?
అయ్యయ్యా!
బతుకంతా కష్టాలే.

... పబ్బం గడుపుకున్నారు.

దేవతలకి సంకర్షణ
చేస్తే గాని తప్పిపడరు.
భర్తవ్రతుంబి మరి.

అంత పెద్ద లాభాలకి
ఇంత చిన్న వ్యయం.
అలోచించకు మరి.

అయితే అకాలంలోని చుస్తువులకి భూమి మీద జరిగే సంఘటనల మీద ప్రభావం ఉంటుందని అధారాలు లేకపోలేవు.

నిలచు పుట్టమి.
పెద్ద అలలు తెస్తాయి.
చూస్తాయి.

కాని ఈ విషయాన్ని జ్యోతిష్యులు గుర్తుపట్టలేనంతగా మార్చేశారు.

భూమి మీద
అన్నీ గ్రహాల అనుసారమే
జరుగుతాయి.

అవును. ఆ వ్యవహారాన్నీ
మనలోటి పండితులకే
అర్థమవుతాయి.

పెరిగిపెద్ద వివాదాల్లో జ్యోతిష్యులకి
ఎవరికి మించి వ్యక్తమే ఉంది.

భగోతాస్త్రమా? దానికి పెద్దగా
భవిష్యత్తు లేదోయ్. జ్యోతిష్యం
నేర్చుకో. బాగుపడతావ్.

మీ భవిష్యత్తు
తెలుసుకోండి
PSYCHIC ADI

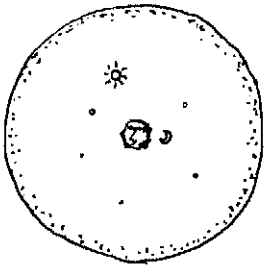
ఇదిలా ఉండగా వైజ్ఞానిక దృష్టితో ఆకాశంకేసి చూసేవాళ్లు కూడా ఉన్నారు.

తారలు ఆలా విస్తారంగా ఎందుకు వీర్పడతాయి? గ్రహాలు ఆలా ఎందుకు సంచరిస్తాయి?



ప్రకృతిలో ప్రతి దానికీ ఏదో కారణం ఉండటావు?

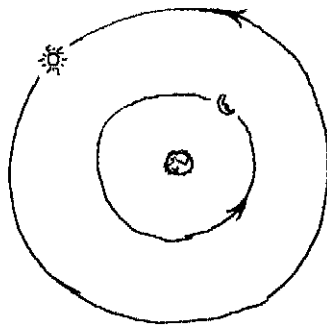
అరిస్టాటిల్ దృష్టిలో ఖగోళశాస్త్రం కూడా తత్వశాస్త్రంలో ఒక భాగమే.



విశ్వం గోళాకారంలో ఉంది. ఎందుకంటే గోళం దోహం లేని పరిపూర్ణ ఆకారం.

ఆయన తర్కం ఆయనది.

ఆకాశంలో అగ్ని వృత్తాకార కక్ష్యల్లో తిరుగుతాయి. ఎందుకంటే వృత్తం పరిపూర్ణ వక్రం.

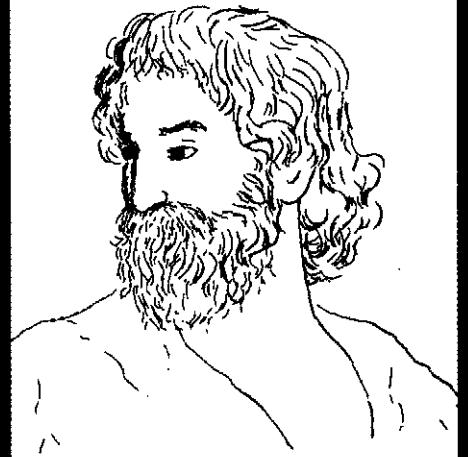


ఒక మనిషి భావనలు అన్ని రంగాల్లో, అంత ప్రభావాన్ని చూపించడం అసమాన్యమైన విషయం. అతడి చింతన ప్రభావం ఖగోళశాస్త్రం మీద కూడా పడింది. రెండు వేల ఏళ్ల పాటు ఖగోళ శాస్త్రంలో జనం గోళాలని, వృత్తాలని పట్టుకుంటేలాదారు.

ఖగోళ శాస్త్రంలో అరిస్టాటిల్ ప్రభావం పరమో, శాపమో అర్థం రావడం లేదు. భావాలలో దోషాలు ఉన్నా అతడు ఆరంభించిన చరచదులు ఆధునిక విజ్ఞానానికి పునాది వేశాయి. చిర్రు గురించి ప్రశ్నించడం నేర్పించాడు. తెలిసుకొని సమస్యను విషయాల గురించి కూడా కొత్తగా ప్రశ్నించడం మొదలుపెట్టాడు.

ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రానికి మూలాలు అరిస్టాటిల్ అనే గ్రీకు తాత్వికుడి రచనలలో కనిపిస్తాయి.

అరిస్టాటిల్
క్రీ.పూ. 384 - 322



సమగ్రమైన తత్వచింతన చేసినవారిలో ఈ గ్రీకు తాత్వికుడు ప్రథముడు. ఎన్నో అంశాల మీద ఆయన రచనలు చేశాడు. రాజకీయం, నీతిశాస్త్రం, సౌందర్యశాస్త్రం, అది భౌతికశాస్త్రం, తర్కశాస్త్రం, విజ్ఞానశాస్త్రం మొదలైనవి. తర్కాన్ని శాస్త్రబద్ధంగా చదివిన మొదటివాడు. ఎన్నో తాత్విక, ఆధ్యాత్మిక సాంప్రదాయాల మీద ఆయన చింతన ప్రభావం చూపింది.

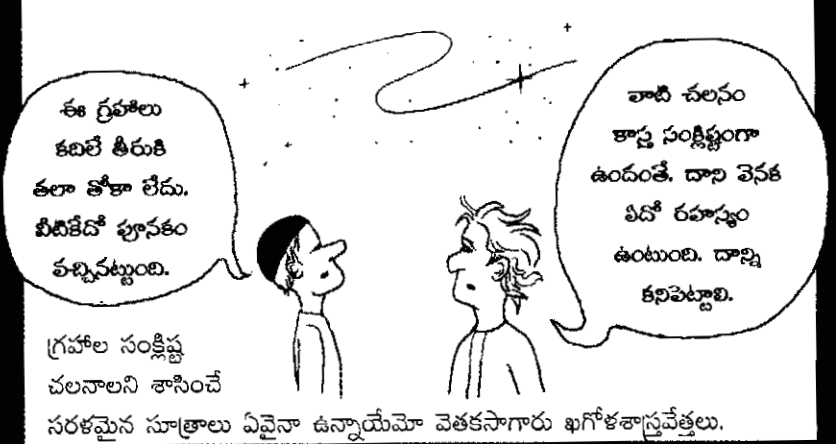
ఆయన ప్రభావం ఎంతో మంది మీద పడింది. వారిలో ముఖ్యుడు తన శిష్యుడు అలెగ్జాండర్ చక్రవర్తి.

సంచరించే గ్రహాల చలనాలని ఖచ్చితంగా పర్చించాలంటే వాటి నేపథ్యంలో ఉన్న తారా విన్యాసాలని ఖచ్చితంగా చిత్రించాలి.



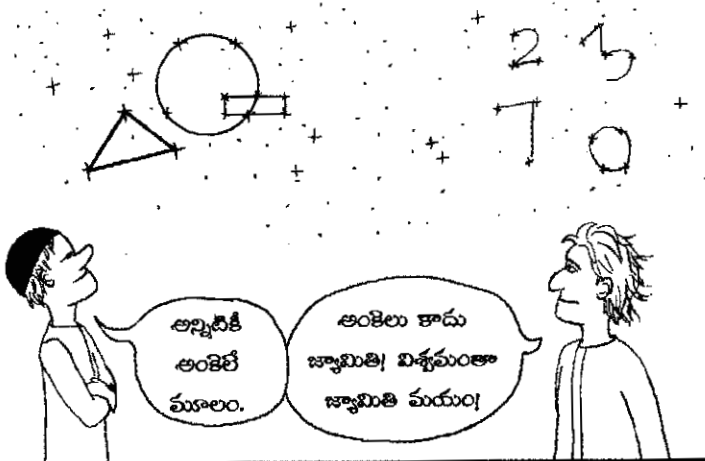
చీకటి ఆవాశంలో అక్కడక్కడ కొన్ని ప్రవాశపతమైన తారల విన్యాసాలు కనిపిస్తాయి. వాటినే తారారాశులు అంటారు.

తారారాశుల స్థానాలు ఖచ్చితంగా చిత్రించడం వల్ల గ్రహాల కదలికలని ఖచ్చితంగా కనిపెట్టడానికి వీలయ్యింది.



ఆ చలనాలని అర్థం చేసుకోడానికి గణితం వాడారు.

మరి వాళ్ళకి తెలిసిన గణితం ఇంతే కాబోలు.

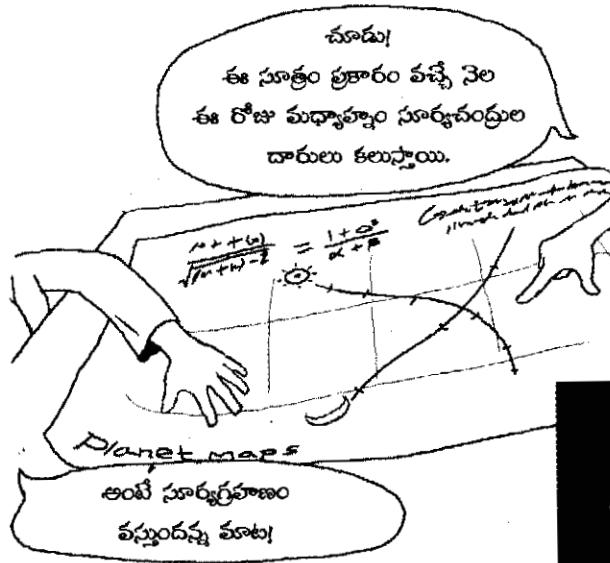


ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గ్రహ చలనాలని సరళమైన గణిత సూత్రాలతో పర్చించడానికి ప్రయత్నించారు.

ఆ సూత్రం ప్రకారం ఒక గ్రహం కొన్ని వందల ఏళ్ళ క్రితం ఏక్కడుండో చెప్పగలిగితే, అదే సూత్రంతో భవిష్యత్తులో అది ఏక్కడ ఉంటుందో కూడా చెప్పగలం.

ఈ సూత్రాల సామర్థ్యం వాటి వెనక ఉన్న గణిత సామర్థ్యం మీద ఆధారపడి ఉంది. ఈజిప్షియన్ పద్ధతులు ఏదో ప్రాథమిక సంఖ్యా వ్యవస్థ మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. అవి అంత మంచి ఫలితాలనివ్వలేదు.

బాబిలోనియన్ల ఫలితాలు మరి కొంచెం మెరుగ్గా ఉన్నాయి. ఎందుకంటే వారి సంఖ్యామానం వేరుగా ఉంది. అది ఆధునిక దశాంశ పద్ధతికి దగ్గరగా ఉంది. అయితే 10కి బదులు 60 ఆధారంగా చేసుకున్నారు. బాబిలోనియన్ల ప్రభావం ఇప్పటికీ కనిపిస్తోంది. ఇప్పుడు మనం గంటని 60 నిమిషాలుగాను, నిమిషాన్ని 60 సెకనులుగాను భాగిస్తున్నాం.



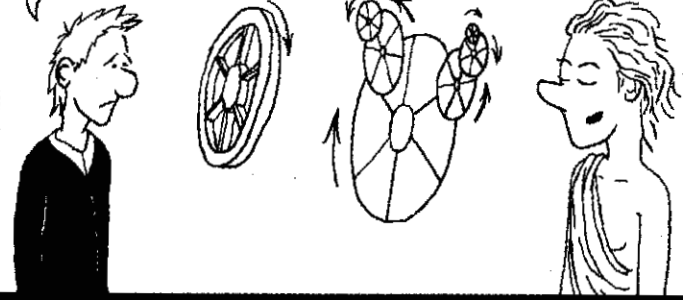
గ్రహాల చలనాన్ని ముందుగా చెప్పగలగడం చాలా గొప్ప విశేషం. అంతవరకు అర్థంలేనట్టు కనిపించినవి ఇప్పుడు వశం అయ్యాయి. గ్రహణాలకి మతాలు చాలా ప్రాముఖ్యతనిస్తాయి. దాంతో మత వ్యవహారాలకి ఖగోళశాస్త్రంతో పోత్తు కుదిరింది.

ఖగోళశాస్త్ర అభివృద్ధిలో గణితం ఎంతో తోడ్పడింది. అలాగే గణితం అభివృద్ధికి కూడా ఖగోళశాస్త్రం దోహదం చేసింది.

మొదట్లో గ్రహగతుల నమూనాలు వృత్తాకారంలో ఉండేవి.

అంత సంక్లిష్టమైన కక్ష్యలని
పృథ్విలో వర్ణించేదెలా?

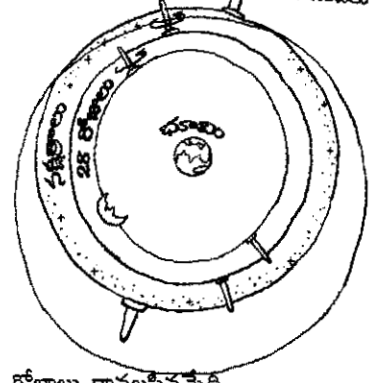
భలే ఉంది కదూ?
సరళమైన చలనాలని కలిపితే
సంక్లిష్టమైన చలనాలు
వస్తున్నాయి.



మొట్టమొదటి నమూనాలని సకేంద్రీయ గోళాల
ఆధారంగా నిర్మించారు.

ఆ గోళాలన్నీ వాటి అక్షాల మీద బొంగరాల్లా తిరిగేవి.
అన్ని అక్షాలూ ఒకే రేఖ మీద ఉండేవి.

24 గంటలు

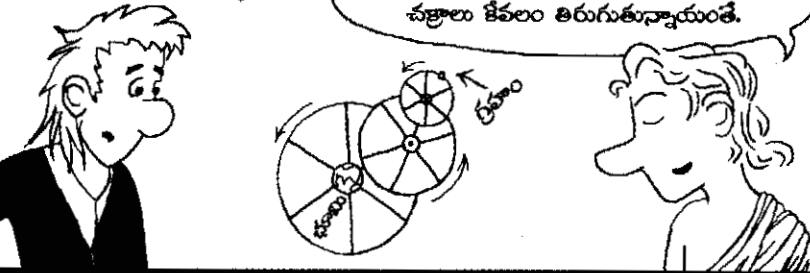


ఒక్క గ్రహం
చలనాన్ని
వర్ణించడానికి
ఎన్నో సకేంద్రీయ గోళాలు కావలసివచ్చేది.

ఇది సరిపోనట్టు అధిచక్రాలు (epicycles) అన్న భావన ఒకటి మొదలయ్యింది.
ఈ నమూనా ప్రకారం ప్రతి చక్రం ఒక తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంది.
ఆ చక్రం యొక్క కేంద్రం మరో తిరిగే చక్రం అంచుతో పాటు తిరుగుతుంటుంది. ఆ
చక్రం మరో మూడో చక్రం మీద తిరుగుతుంటుంది...

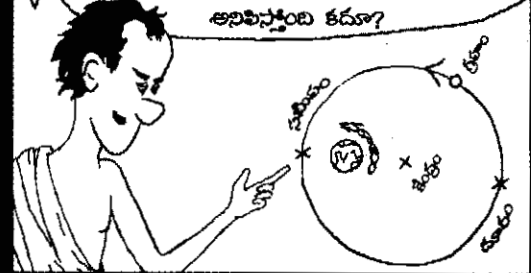
ఈ రెక్టిన ఎంత
సంక్లిష్ట చలనాన్నయినా
వర్ణించొచ్చు.

ఈ అధిచక్రాలు భలే సాగసుగా
ఉన్నాయి. మొత్తం యంత్రాంగం చాలా
సంక్లిష్టంగా అనిపించొచ్చు. కాని ప్రత్యేక
చక్రాలు కేవలం తిరుగుతున్నాయంతే.



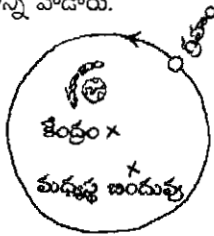
అలాగే 'వికేంద్రీయ వృత్తం' అనే భావన కూడా
ఒకటుంది. గ్రహాల వేగాలలో మార్పులని అర్థం
చేసుకోడానికి దీన్ని ప్రతిపాదించారు.

సమ వేగంతో కలిపే గ్రహం మనకి దగ్గరగా
ఉన్నప్పుడు వేగంగాను, దూరంగా ఉన్నప్పుడు
నెమ్మదిగాను తిరుగుతున్నట్లు
అనిపిస్తోంది కదూ?



వృత్తాన్ని ఆధారంగా చేసుకున్న నమూనా అన్నిటోకి
'మధ్యస్థ బిందువు' అన్న నమూనా అత్యంత సంక్లిష్టమైనది. అయితే
గ్రహ గతులని అర్థం చేసుకోడానికి అదే అత్యంత శక్తివంతమైన
సాధనం అని కూడా తెలిసింది. ఇంచుమించు ఒకటిన్నర
సహస్రాబ్దాల పాటు దాన్ని వాడారు.

ఆ గ్రహం వికేంద్రీయ వృత్తం
మీదుగా కదులుతోంది కాని
సమవేగంతో కాదు. కాని
అంతరిక్షంలో ఒక బిందువు
నుండి చూస్తే అది సమవేగంతో
కదులుతున్నట్లు ఉంటుంది. దాన్నే
'మధ్యస్థ బిందువు' అంటున్నారు.



ఇదంతా మహా
గణనలుగా ఉంది. కాని
ఎలాగో పనిచేస్తోంది.

ఈ నమూనాలన్నీ గ్రహగతులని విజయవంతంగా వర్ణించగలిగాయి.
అయితే ఆ గోళాలు, వృత్తాలు అన్నీ కేవలం గణిత నమూనాలు
మాత్రమే. భౌతిక వస్తువులు కావు. కానీ వాటి సహాయంతో మరింత
సరళమైన, మరింత కచ్చితమైన నమూనాలని నిర్మించడానికి
వీలయ్యింది.

ఒక నమూనా చిన్న విషయాలను
వివరించగలిగితే అంత శక్తివంతమైనది అన్నమాట.

ఈ నమూనా పట్టుకుంటేనే సమస్తయంత్రాంగం ముదిరిపోయింది. గ్రహ
భగోళ శాస్త్రవేత్త టోలెమీ. గ్రహచలనాలని కచ్చితంగా వర్ణించగల
మొట్టమొదటి సమగ్ర నమూనాని అతడు తయారుచేశాడు.

టోలెమీ ఒక గ్రీకు ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతని అసలు పేరు క్లాడియస్ టోలెమేయస్. అతడి వ్యక్తిగత జీవితం గురించి పెద్దగా సమాచారం లేదు.

నేను గ్రీకు వాడినే.
కాని ఈజిప్టులో జీవించాను.
అల్మాజెస్ట్ అన్న పుస్తకం
రాసింది నేనే.
నా గురించి
ఇంకేమైనా
కావాలా?



టోలెమీ రాసిన ఓ ప్రఖ్యాత గ్రంథం అల్మాజెస్ట్. దాని గ్రీకు మూలం పేరు 'మెగలే సింటాక్సిస్' అంటే 'గణిత సంకలనం.' తరువాత దీన్ని ఆరబిక్ లోకి 'అల్ మజెస్టీ' (అత్యుత్తమం) అన్న పేరుతో అనువదించారు. తరువాత లాటిన్ లో అల్మాజెస్ట్ అన్న పేరుతో అనువదించారు.

ఖగోళశాస్త్రంలో
నిజంగానే
చదో గొప్ప
గ్రంథం.

క్లాడియస్ టోలెమేయస్
(క్రీ.శ. 85-165)



టోలెమీ ఈజిప్టులో అలెగ్జాండ్రియా నగరంలో జీవించాడు. అతడో గొప్ప ఖగోళశాస్త్రవేత్త, గణితవేత్త, భౌగోళికశాస్త్రవేత్త. అల్మాజెస్ట్ అనే ఖగోళశాస్త్ర మహాగ్రంథాన్ని రచించాడు.

ఖగోళశాస్త్రంలో అతడి పరిశోధనలు 1400 ఏళ్ల పాటు వర్ధిల్లాయి.

టోలెమీ సాధించిన విజయాల రహస్యం అతడి గణిత నమూనాలలోనే ఉంది.

బానే ఉంది గాని
ఈ అభిచక్రాలు, మధ్యస్థ
బిందువులు గట్టా మింగుడు
పడడం లేదోయ్.

అభిచక్రాలు, మధ్యస్థ
బిందువులు అన్నీ సరిగ్గా
పనిచేస్తాయి. వాటి వల్లనే
గ్రహగతులని కచ్చితంగా
వర్ణించగలుగుతున్నాం.



అభిచక్రాలు గ్రహాలను
ధూమికి దగ్గరగా, దూరంగా
తీసుకెళ్తే, గ్రహాలు పెద్దగా
అయ్యి మళ్ళీ చిన్నగా ఎందుకు
కావటం లేదు.

టోలెమీ చెప్పిందంతా అక్షరాలా
నిజమని నమ్ముతున్నావా?

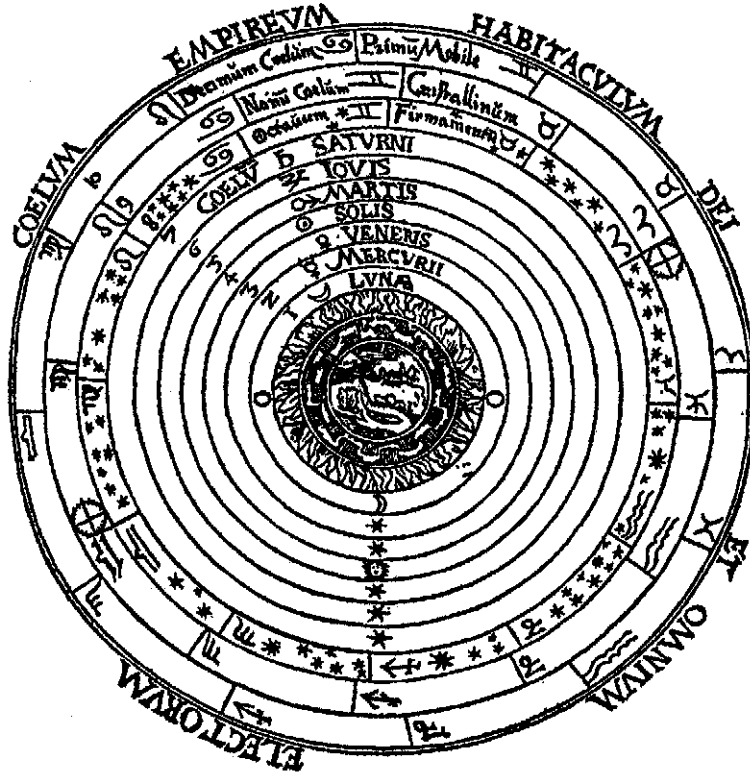


అభిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైనవన్నీ కేవలం అనువైన ఊహా చిత్రాలేనని అవి భౌతిక ప్రపంచానికి సంబంధించినవి కావని మెల్లగా అర్థమయ్యింది.

టోలెమీ ఊహించిన విశ్వానికి భూమి కేంద్రం. సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారల్లాంటి గ్రహాలు ఆ కేంద్రం చుట్టూ అధిచక్రాలు, మధ్యస్థ బిందువులు మొదలైన గణిత సూత్రాలని అనుసరించి కదులుతుంటాయి. ప్రతీ గ్రహం ఓ ప్రత్యేక వ్యాసం గల గోళంలో ఇమిడి ఉంది. అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న గ్రహానికి ఆవల పరిభ్రమిస్తున్న ఓ పెద్ద గోళంలో తారలు పొదగబడి ఉన్నాయి.

చిన్న చిన్న మార్పులు చేర్పులు మినహాయితే, టోలెమీ సిద్ధాంతాలు ఇంచుమించు 1400 ఏళ్లపాటు యథాతథంగా నిలిచాయి. అల్మాజెస్ట్ ప్రపంచ భాషల్లోకి అనువదించబడింది. బైబిల్‌లా పారాయణం చెయ్యబడింది. ఖగోళ శాస్త్రంలో అది చెప్పిందే వేదం అయ్యింది.

Schema huius praeiussae diuisionis Sphaerarum .



విశ్వం గురించి మన ఆధునిక విజ్ఞానం దృష్ట్యా చూస్తే, టోలెమీ ఊహించిన విశ్వం పూర్తిగా తప్పుని అర్థమవుతోంది. కాని ఆ రోజుల్లో (తరువాత ఎన్నో శతాబ్దాల వరకు) ఆ ఊహగానమే శిరోధార్యం అయ్యింది.

తదనంతరం పలువురు మేధావులు టోలెమీ భావాలని సవాలు చేశారు. కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన విప్లవాత్మక భావాలు, కెప్లర్ ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు, గెలీలియో పదును పెట్టిన దూరదర్శిని - ఇవన్నీ టోలెమీ ఊహించిన విశ్వభావనని కూలదోశాయి. ఖగోళ విజ్ఞాన చరిత్రలో ఒక చీకటి యుగానికి తెర పడింది.

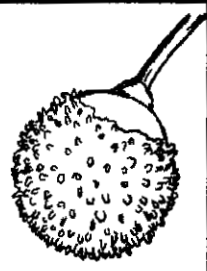
Left speech bubble:

ငါ့အတွက်အကုန်
အတွက်ပဲ အကုန်အတွက်
ဒါ့အတွက်ပဲ အကုန်
အကုန်အတွက် အကုန်

Right speech bubble:

...အကုန်အတွက်
အကုန်အတွက်
အကုန်အတွက် အကုန်
အကုန်အတွက် အကုန်
အကုန်အတွက် အကုန်
အကုန်အတွက် အကုန်
အကုန်အတွက် အကုန်

బంటి లాంటి
 కదంబ ఫలం మీద
 పొడుచుకొచ్చే
 చిన్న చిన్న పువ్వుల్లా..
 మనం భూమి మీద
 నించుని ఉన్నాం.
 కిందకి అంటే భూమి
 పైకి అంటే కేంద్రానికి



ఓ పసిబిడ్డ కుండ నుంచి ఓ చిన్న పెంకు తీసుకోవాలి, అది చదునుగా కలిపిస్తుంది. కాని కుండ నుండ్రంగా ఉంటుంది కాబట్టి పెంకు కూడా కాస్త వంపు తిరిగి ఉంటుంది.

బహుశక్త మహానూప్య మేర వరకు
మృత కల్పించేదంతా భూమి
మీద చాలా చిన్న భాగమేయో.

అదుగో! ఎప్పుడూ
కదలని ధృవ తార కూడా
తాస్తే కిందికి దిగింది.

బహుశ దక్షిణంగా ప్రయాణించడం
నీకు ఇదే మొదటిసారి.

నువ్వు
ఎన్నడూ కూడని
కొన్ని తారలు
చూశావా.

అ ఓడ సగమే ఎందుకు కనిపిస్తోంది? మునిగి పోతోందా?

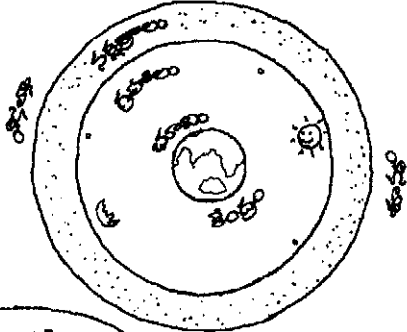
భీతు తెలిదూ? దూరం అవుతున్న ఓడలు మునుగుతున్నట్లు దగ్గరవుతున్న ఓడలు భ్రాకి వస్తున్నట్లు కనిపిస్తాయి.

చువూక సముద్ర కలం వంపు తిరిగి ఉండేవెలా.



ఈ సమాచారాన్ని ఉపయోగించి భూమి చుట్టుకొలత 40,000 కిలోమీటర్లు అని లెక్కించాడు ఎరాటోస్థెనిస్.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, గ్రహాలు, తారలు కూడా మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టుగా కనిపిస్తాయి. మొదట్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఈ చలనాలన్నిటికీ భూమే కేంద్రం అనుకున్నారు.



విశ్వానికి భూమే కేంద్రం, తెలుసా?

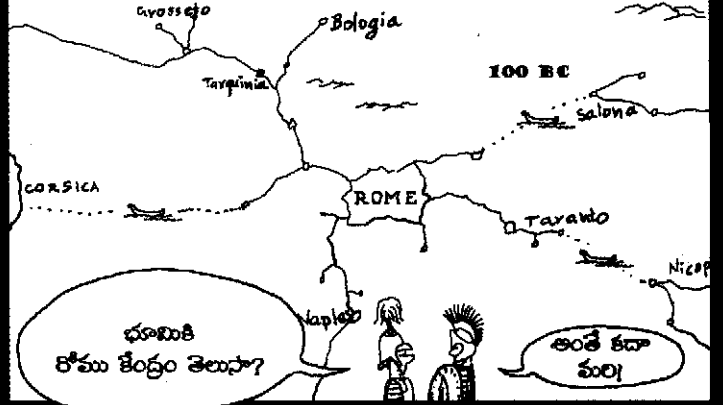
అంతే కదా మరి!

భూమే రాక, ఇతర గ్రహాలు కూడా సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటున్నాయి చాలా కాలంగానే చుడుపులు అలాంటివి వచ్చాయి. ప్రమాదమే క్రీ.పూ. 250 కాలంలో సామోస్ దగ్గరానికి చెందిన అరిస్టార్చస్ ఇలా అన్నాడు...

చూశావా? అన్నీ సూర్యుడు చుట్టే తిరుగుతున్నాయి...

ఒక్క చంద్రుడు తప్ప

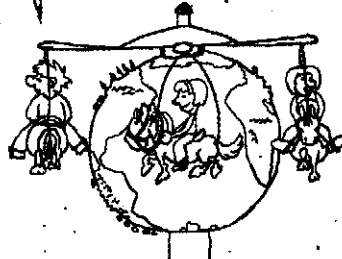
భూమి విశ్వానికి కేంద్రం కాదని ప్రస్తుతం మనకి తెలుసు. అసలు విశ్వానికి కేంద్రమే లేదు. ప్రపంచానికి కేంద్రం రోమ్ అని రోమన్లు అనుకునేవారట. ఈ భావన కూడా అంతే హాస్యాస్పదంగా ఉంది.



క్రీ.శ. 500 కాలంలో అర్చభటుడు భూమి తన చుట్టూ తాను బొంగరంలా రోజుకొకసారి తిరుగుతోందని తర్కించాడు. భూమి తిరగడం వల్లే తారలు, గ్రహాలు తిరుగుతున్నట్టు కనిపిస్తున్నాయి అన్నాడు (రంగుల రాట్నం మీద ఎక్కితే ప్రపంచం మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు).

ఆశాశం మన చుట్టూ భలే తిరుగుతోందేం?

బాబోయ్! కళ్ళ తిరుగుతున్నాయి. బీన్నెవర్సినా కాస్త అప్పుకారా?



దురదృష్టవశాత్తు అలాంటి సిద్ధాంతాలను ఎవరూ పట్టించుకోలేదు. అలాంటి విప్లవాత్మక భావాలకి లోకం ఇంకా సిద్ధంగా లేదు.

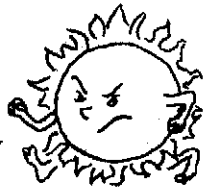
పట్టి చెత్త... భూమి చుట్టూ సూర్యుడు తిరుగుతున్నాడని ఒకడు చెప్పాలా ఏమిటి?



తెలిసిన వాటి సంగతి వదిలేసి పనికొచ్చే పనులు చెయ్యొచ్చుగా!

అలా కొన్ని వేల ఏళ్ల పాటు సూర్యుడినే పాపం భూమి చుట్టూ తిప్పారు.

బిళ్లకి ఎప్పుడు బోధ పడుతుందో?



శూరికే ఆయాసపడకు. ఇంకా చాలా కాలం పడుతుంది. అంత వరకు నా చుట్టూ ప్రదక్షిణలు చేస్తాండు.



చివరికి సూర్యుడిని ఆపి భూమిని కదిలించిన ఘనత కోపర్నికస్ కి దక్కింది.

ఒకకిందాస్ కోపర్నికస్...

రాత్రింబవళ్ళ ఇలా
పరుగెత్తడం ఇక
నావల్ల కాదు.

ఇది ఏదో ఒక రోజు
జరగాల్సిందే. పాస్టే
నీకు తోడుగా నేనున్నా

ఏయ్!
ఉరికే తొందర పెట్టకు.
కొంచెం ఊపిరి తీసుకోనీ.



నికోలాస్ కోపర్నికస్
1473-1543



పోలాండ్ లో పుట్టిన ఈ మేధావి గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త, వైద్యుడు, అనువాదకుడు, ఆర్థికశాస్త్రవేత్త, సేనానాయకుడు... ఇంకా మరెన్నో... సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించిన వారిలో ఇతడు ప్రథముడు. అతడు రాసిన 'రెవోల్యూషనాలిబస్ ఓర్బియమ్ సెలెస్టియమ్' (ఖగోళ వస్తువుల చలనాలు) అనే గ్రంథం ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి మేలుకొలుపు అయ్యింది.

ఈ సూర్యసిద్ధాంతాన్ని గురించి ప్రాచీన ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి ఏదో అవిస్మృతమైన అవగాహనే ఉండేది. కాని కోపర్నికస్ సిద్ధాంతం ఊరికే ఒక భావన కాదు.

సంపూర్ణ గణిత సాధనలతో కూడుకున్న సమగ్ర సిద్ధాంతం. తన కొత్త సిద్ధాంతానికి కావలసిన లెక్కలన్నీ వెయ్యడానికి అతడికి 30 ఏళ్ళు పట్టింది.

గ్రహాల తిరోగమనం అనేది కేవలం సూర్యుడి చుట్టూ భూమి గమనం వల్ల కలుగుతున్న ఒక ప్రమ మాత్రమే.

వీవనీ, మెర్క్యురీలు కూడా సూర్యుడి చుట్టూనే తిరుగుతున్నాయి. అవి సూర్యుడికి దగ్గరగా కూడా ఉన్నాయి. అందుకే వాటి కక్ష్యలు కూడా చిన్నవి.

మూలావా అంతా ఎంత తెట తెల్లంగా ఉందో?



గ్రహగతులకి సంబంధించిన ఎన్నో చిక్కు మొక్కుని ఇతడి సిద్ధాంతం విప్పింది. అతడి సమకాలీనులకి అతడి భావాలు అర్థం కాలేదు.

కోపర్నికస్ భావాలు స్వీకరించబడడానికి ఒక శతాబ్ద కాలం పట్టింది. భూమి కేంద్రంగా ఉందని సిద్ధాంతానికి ఈ సూర్యసిద్ధాంతం పూర్తిగా వ్యతిరేకం. ఓట్లపడింది ఖగోళ విజ్ఞానం పీఠికే యుగం ముగిసి అయిపోయింది. ఆధునిక ఖగోళశాస్త్ర పితామహుడిగా కోపర్నికస్ గుర్తించబడ్డాడు.

ఆ రోజుల్లో చలామణిలో ఉన్న నమూనాలతో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు విసిగిపోయారు.

శతాబ్దాల నాటి బోలెడనే నమూనాలకి మెరుగులు దిద్దాలి, లేదా అవతల పారేయాలి.

మర్రికే చంద్రుడి పరిమాణం సంగతేంటి? మనకి దగ్గరగా వస్తున్నప్పుడు పెద్దగా ఎందుకు కనిపించదు?

ఈ తిరోగమనం గోలేంట్రా బాబూ!

మళ్ళూర్ని కాపాడే నాకుడే లేదా?

అన్నీ ఎందుకు సరిగ్గా సరిపోవడం లేదు?

బహుశా మనం పర్చిన కోణం నుండి చూడడం లేదేమో.

మరీ ఇంత పెద్ద దోషమా?

అల్లిచుకాల్లు కూడా వట్టి నమూనాలే. నిజంగా గ్రహాల మార్గాలు ఎలా ఉంటాయో?

బహుశా మన గణితం తప్పేమో.



ఆ రోజుల్లో మంచి ప్రాబల్యం ఉన్న సిద్ధాంతాన్ని సవాలు చేసిన ధీరుడు కోపర్నికస్.

బోలెడనే సిద్ధాంతాలని ఒక స్థాయిని మించి బాగుపరచలేం. దాని పునాదుల్లోనే ఏదో దోషం ఉంది.

సూర్యుడిని కేంద్రంలో ఉంచితే అంతా తెట తెల్లంగా విడిపోతుంది. శాస్త్రవ ఆధారాలని నమ్మి పాత భావాలని కూలదోయాలి.



దురదృష్టవశాత్తు కోపర్నికన్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం భూమి కేంద్రం అనే సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైనదేం కాదని తరువాత తేలింది.

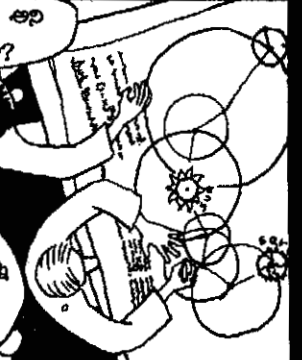


సిద్ధాంతం బానే ఉందిగాని..

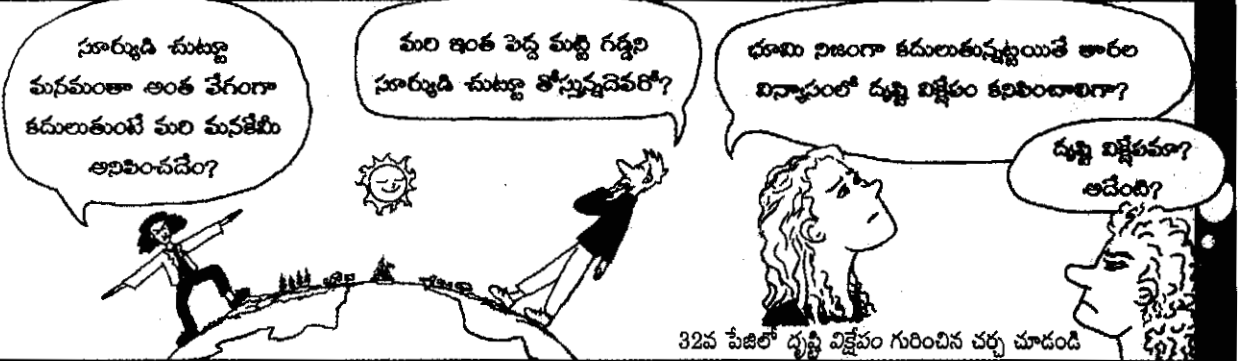
దీనికి రెండు కారణాలు ఉన్నాయి. మొదటిది: గ్రహ కక్ష్యలు సాగదీసిన వృత్తాలని కోపర్నికన్ గ్రహించలేకపోయాడు. వాటికి బదులు ఇతను కూడా అధిచక్రాలనే పట్టుకు వేలాడాడు. పైగా తప్పుడు పరిశీలనల ఆధారంగా ఇతడు లెక్కలు వేశాడు.

దీన్ని సరళీకరణ అని ఎవడన్నాడూ?

ఏంటిబ్బ? అంత చక్కని సిద్ధాంతం, ఇన్ని కష్టాలతో కూడిన వివరాలు!



గ్రహగతుల నిర్ణయానికి సంబంధించిన విక్రులే రాదు, మూల సిద్ధాంతంలో కూడా కొన్ని విక్రమాలు ఉన్నాయి.



సూర్యుడి చుట్టూ మనమంతా అంత వేగంగా కదులుతుంటే మరి మనకేమీ అనిపించడం?

మరి ఇంత పెద్ద మట్టి గడ్డని సూర్యుడి చుట్టూ తోస్తున్నదెవరో?

భూమి నిజంగా కదులుకున్నట్లయితే తారల విన్యాసంలో దృష్టి విక్షేపం కనిపించాలిగా?

దృష్టి విక్షేపమా? అదేంటి?

32వ పేజీలో దృష్టి విక్షేపం గురించిన చర్చ చూడండి

అలాంటి చూపుకట్టైన ప్రభులనే సంబంధించిన సమాధానాలు తరువాత తెలియాయి. అవి సూర్యసిద్ధాంతం మీద ఉన్న సందేహాలని తొలగించడమే కాక, విక్రమ గురించి మరింత లోతైన అవగాహనని అందించాయి. కాని కోపర్నికన్ సిద్ధాంతానికి అవి అవరోధాలు అయ్యాయి.

కోపర్నికన్ ని అందరూ వ్యతిరేకించలేదు. నిజానికి అతడికి చాలా పెద్ద అభిమానుల బృందం ఉండేది.

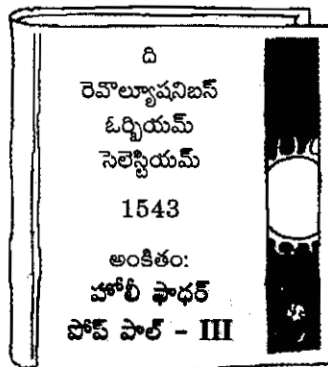
మీరు మీ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచురించాలి. ప్రపంచం మిమ్మల్ని గుర్తించాలి.

లేదు. ఇంతా ఎన్నో వివరాలు తెలియాలి. అదీగాక..



కోపర్నికన్ భావాలకి అసలు తిరస్కారం చర్చి నుండి వచ్చింది.

చర్చి గాని తన భావాలని తిరస్కరిస్తే ఇక తనని దేవుడే రక్షించాలని కోపర్నికన్కి బాగా తెలుసు. చర్చిని నొప్పించకుండా జాగ్రత్తగా మెలగాలి. కాని తన అసిస్టెంటు చాలా తెలివిగా ఆ పుస్తకాన్ని ప్రచురించాడు.



దురదృష్టవశాత్తు ఆ పుస్తకానికి అనుకున్నంత పేరు రాలేదు. ఓ శతాబ్దం కాలం ఆ సిద్ధాంతం మూలన పడింది. కాని సూర్యసిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం నిర్లక్ష్యం చెయ్యలేకపోయారు. భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని ఎంతో కాలం సమర్థించలేకపోయారు.

కోపర్నికని చెప్పింది నిజమే. దాని గురించి ఏదో ఒకటి చెయ్యాలి.

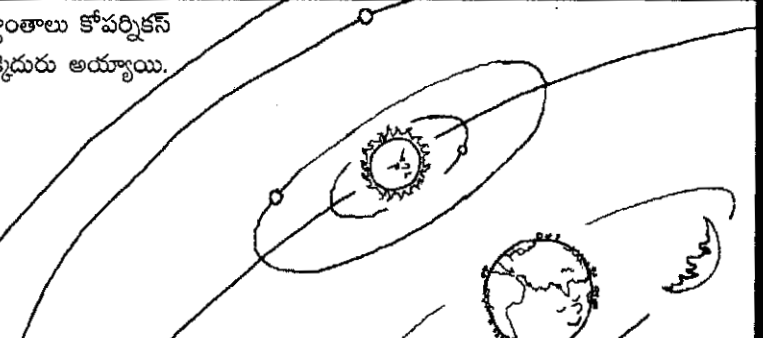


అవును. ఏదో ఒకటి చెయ్యాలి.

టైకో బ్రాహే ఒక డేనిష్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త. అతడి సిద్ధాంతాలు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలకి చుక్కెదురు అయ్యాయి.

నిజమే.

గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతాయి, భూమి చంద్రుడు తప్ప ఈ గ్రహాలన్నీతో పాటు సూర్యుడు కూడా భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నాడు. ఈ భూమే విశ్వానికి కేంద్రం.



టైకో బ్రాహే (1546-1601)



కోపర్నికస్ దోషాలను నిర్వహించి టైకో భావాల గొప్పతనాన్ని అయ్యాయి. కోపర్నికస్ భావాలని ఉద్ధరించాలన్నది ఉద్దేశ్యమని భూమిని విశ్వానికి కేంద్రం చేశాడు టైకో. గ్రహాల సాపేక్ష చలనాల బట్టి గానీ టైకో బ్రాహేని, కోపర్నికస్ బ్రాహేని చుట్టూ తేడా లేదు. భూమి నుండి కనిపించేది ఏలాగూ టైకో బ్రాహే రాబట్టింది. పెద్ద సమస్య రాలేదు.

టైకో దేనినికూ నిరూపణలూ చూపలేదు. కోపర్నికస్ దర్శించిన గ్రహచలనాలనే అతడూ స్వీకరించి, ఆ నిరూపణలని చూడాలని బేడే మాత్రం చూడని ఉంచాడు. నిరూపణలని మార్చినంత మాత్రాన టైకో ఉంచాడు మాన్యు.

కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలకి ఆ విధంగా టైకో సడవాధి కట్టి, ఆ సమయ భావాలని మాత్రం తన సిద్ధాంతంలో చెప్పినా చల మెరుకు వచ్చాడు.

డెస్కార్ట్లో పుట్టాడు. యురానిజోర్ వేధకాల (స్వర్గతుల్యమైన వేధకాల అని అర్థం) ని నిర్మించాడు. ప్రపంచంలో మొట్టమొదటి వైజ్ఞానిక సంస్థ ఇదే. కచ్చితమైన ఖగోళ పరిశీలనలు చేస్తాడని పేరు తెచ్చుకున్నాడు.

సూర్యుడు కేంద్రం అని గుర్తించలేకపోయాడు. అలాగని ఖగోళశాస్త్రానికి అతడు చేసిన సేవలని తక్కువచెయ్యలేం. ఖగోళపరిశీలనలు కచ్చితంగా చెయ్యడం ఎంత ముఖ్యమో అతడు మరిమరీ గుర్తుచేసేవాడు.



నీ పరిశీలనల్లో దోషాలు ఉన్నాయి. కాబట్టి నీ సిద్ధాంతం తప్పుకుండా తప్పువుతుంది. కోపర్నికస్ కి ఏం గతి పట్టిందో తెలిదా?

ఆ రోజుల్లో లభ్యమైన పరిశీలనల మీద టైకోకి పెద్దగా నమ్మకం ఉండేది కాదు.

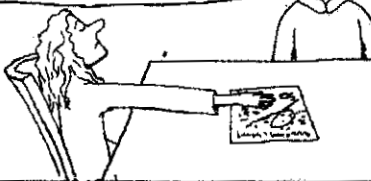


నా సిద్ధాంతాలకి నేను పూర్తి బాధ్యత తీసుకుంటా.

తన జీవితంలో అధిక భాగం కచ్చితమైన పరిశీలనలు చెయ్యడంలోను, సునిశితమైన పరికరాలు నిర్మించడంలోను గడిపాడు.

కొందరు సహచరులతో టైకో ఓ దశాబ్దం పైగా పని చేశాడు. అతడు సేకరించిన సమాచారం భావి ఖగోళ శాస్త్రవేత్తల పెన్నిధి అయ్యింది.

ఒక్క విషయం గుర్తుంచుకో. నీ నమ్మనాకి పరిశీలనలకి మధ్య తేడా ఉంటే, దోషం నీ నమ్మనాలో ఉంది. పరిశీలనల్లో లేదు.



ఒక దశలో టైకో తన త్వరిత నిరూపణల చెయ్యడమని ప్రమాదాల చెట్టరికి ఆడిగాడు. వారిద్దరి నిరూపణల ఖగోళ విశ్వానిని పోలిత చలన అయ్యాయి.

టైకో సుకరించిన నిరూపణల చెట్టరికి ఎంతో దుఃఖమొగడబడింది. వాని నిరూపణలో తన పొలిత ప్రమాదాల నిర్ధారణాని చూపబడినాడు. ఈ విధంగా మార్చి సిద్ధాంతాలకి చుట్టూ ప్రాణం పోయడంలో చెట్టరికి ఎంతో నిరూపణవచ్చాడు.

టైకో శిష్యుడు జోహానెస్ కెప్లర్ గ్రహ చలనాల నమూనాలు మాత్రం తయారుచేస్తే సరిపోదు అనుకున్నాడు.

జోలికే గ్రహ చలనాలని వర్ణిస్తే ఏం లాభం?

మరింతే చెయ్యాలంటావు జోహానెస్?

అసలు గ్రహాలు అలా ఎందుకు కదులుతాయో తెలుసుకోవాలనుంది.

ఎందుకంటే, అంతా ధైర్యపంకల్పం.

అతడి ఉద్దేశం గ్రహచలనం వెనక వట్టి జ్యామితి పూత్రమే కాదు, భౌతికతాత్వం కూడా ఉందని.

దురదృష్టవశాత్తు గ్రహచలనాల వెనక ఉండే భౌతిక కారణాల విషయంలో కెప్లర్ భావాలు కాస్త అయోమయంగానే ఉండిపోయాయి.

సూర్యుడిలోంచి వీడో ఆయస్కాంత శక్తి వెలువడి గ్రహాలు నిరంతరం కదిలేలా చేస్తోంది! ఆ శక్తి లేకపోతే గ్రహాలన్నీ తక్కువ ఆగిపోతాయి.

భలే!

అద్భుతం!

చివరికి గ్రహ చలనాలని కేవలం పైపైన చర్చించాడు. 17వ శతాబ్దం మధ్యలో కెప్లర్ మూడు ముఖ్యమైన నియమాలని ప్రపంచానికి వెల్లడి చేశాడు.

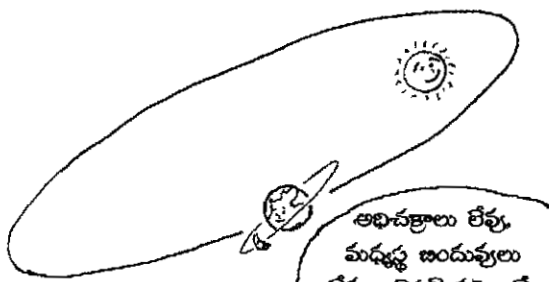
వాటినే ఇప్పుడు కెప్లర్ నియమాలు అంటారు. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో పుట్టిన భౌతిక సిద్ధాంత నిర్మాణంలో ఈ నియమాలు ముఖ్య పాత్ర పోషించాయి.

జోహానెస్ కెప్లర్ (1571-1630)

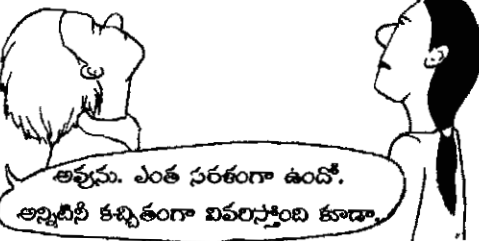


జర్మనీలో జన్మించాడు. గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త, జ్యోతిష్యుడు. మూడు ముఖ్యమైన గ్రహచలన నియమాలతో ఖ్యాతి తెచ్చుకున్నాడు. కోపర్నికన్ చాతీన విశ్వదర్శనానికి తిరిగి ఊపిరిపోశాడు.

సంక్లిష్టమైన అధిచక్రాల యంత్రాంగాన్ని అవతల పారేసి వాటి స్థానంలో ఒకే ఒక వక్రాన్ని - దీర్ఘ వృత్తాన్ని - తీసుకొచ్చి అసమాన ప్రతిభని ప్రదర్శించాడు.



అభివక్తాలు లేవు, మధ్యస్థ బిందువులు లేవు... కెప్లర్ గట్టివాడే!



అవును. ఎంత సరళంగా ఉందో, అన్నిటిని కచ్చితంగా వివరిస్తోంది కూడా.

ఎంతో సరళమైన కెప్లర్ నియమాలు గ్రహ చలనాలని చాలా కచ్చితంగా వర్ణించగలిగాయి. గ్రహాలు దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యల్లో తిరుగుతాయి అన్నది కెప్లర్ మొదటి నియమం అయ్యింది.

మరో చిత్రమైన విషయం ఏమిటంటే టైకో సేకరించిన సమాచారం కెప్లర్ కి తన పనిలో ఎంత పనికొచ్చింది. టైకో సమాచారం పూర్తి నిర్దోషంగా ఉంది కాబట్టే, అధిచక్రాలు సరైన నమూనాలు కావని కెప్లర్ భావించాడు. వాటి బదులు దీర్ఘవృత్తాలు ఉపయోగించి చూశాడు.

ఇదే సరైనదని ఎంతైనా ఫండెం కదతా!

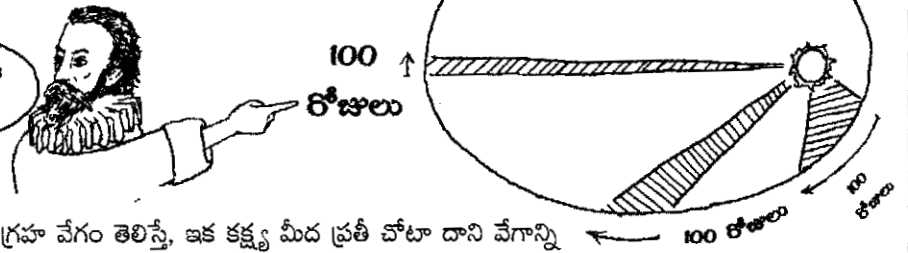


టైకో పరిశీలనలుకేవలం కంటితో చూసి చేసిన అత్యంత కచ్చితమైన పరిశీలనలు. ఆ తరువాత దశాబ్దాలలో దూరదర్శిని సహాయంతో చేసిన పరిశీలనల ముందు ఇవి దిగదుడుపే.

దూరదర్శినితో సాధించిన సమాచారం అందుబాటులో ఉంటే గ్రహకక్ష్యలు కచ్చితమైన దీర్ఘవృత్తాలు కూడా కావని కెప్లర్ గ్రహించి ఉండేవాడు. టైకో సమాచారం కెప్లర్ ఊహకి సరిగ్గా సరిపోయింది.

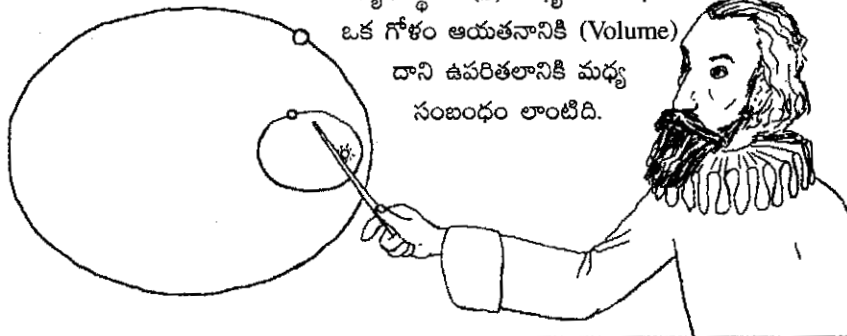
మొదటి నియమం గ్రహాల కక్ష్యలకి సంబంధించినది అయితే, రెండవ నియమం వాటి వేగం మారే తీరుకి సంబంధించినది.

సూర్యుడిని గ్రహాన్ని కలిపే ఊహారేఖ ఒకే వ్యవధిలో ఒకే విస్తీర్ణత గల ప్రాంతాన్ని దాటుతుంది.



ఈ నియమం సహాయంతో ఒక బిందువు వద్ద గ్రహ వేగం తెలిస్తే, ఇక కక్ష్య మీద ప్రతి చోటా దాని వేగాన్ని కనుక్కోవడానికి వీలవుతుంది.

మొదటి రెండు నియమాలు గొప్పవే అయినా, మూడవ నియమం సాటి లేనిది. కక్ష్య వ్యాసార్థానికి, కక్ష్య అవృత్తి కాలానికి మధ్య సంబంధాన్ని ఈ నియమం చెపుతుంది.



కక్ష్య అవృత్తి కాలానికి (T), దాని వ్యాసార్థానికి (S) మధ్య సంబంధం ఒక గోళం ఆయతనానికి (Volume) దాని ఉపరితలానికి మధ్య సంబంధం లాంటిది.

గణితపరంగా అయితే,

$$T^2/S^3 = \text{స్థిరాంకం.}$$

ఉదాహరణకి మరో గ్రహం కన్నా 4 రెట్లు పెద్ద కక్ష్య గల గ్రహపు సంవత్సర కాలం 8 రెట్లు ఎక్కువై ఉంటుంది.

ఆ కాలంలో లభ్యమైన సమాచారానికి, కెప్లర్ సమూహాలకి మధ్య సరిగ్గా సరిపోయింది. బోలెడు అరంభించిన పోథనకి కెప్లర్ సరిపోయేట తరుక్కున్నాడు. కాని కెప్లర్ సిద్ధాంతాలు ఒక యాత్రాకి అంతాన్ని సూచిస్తున్నే, మరో మహామూత్రానికి శ్రీకారం చుట్టాయి.

అన్ని గ్రహాలకి సమానంగా వర్తించటంలో కెప్లర్ నియమాల గొప్పదనం ఉంది (ఒక్క చంద్రుడికి తప్ప). వాటిలో ఏదో మౌలికకట్టైన అక్షణం ఉంది. ఇహాన, కెప్లర్ నియమాలని మరలత పోతుగా పోధిస్తే విశ్వదలనాల గురించి మరలత పోతైన అదగాహన ఏర్పడుతుందేమో?

సరిగ్గా అలాగే జరిగింది. కెప్లర్ నియమాలకి గెలీలియో భూదదర్శని పోతు కాగా, న్యూటన్ సూత్రీకరించిన గణిత సమీకరణాలు వాటికి జుడిరి పోయగా, ఓ కొత్త ఖగోళవిజ్ఞానం కళ్ళు తెరిచింది.

కోపర్నికన్ సిద్ధాంతాలని అది నుంచి కూడా కెప్లర్ సమర్థిస్తూనే వచ్చాడు. కాని అతడు ప్రతిపాదించిన దీర్ఘవృత్తియ కక్ష్యలు సూర్యసిద్ధాంతానికి కొత్త జన్మనివ్వలేదు. కోపర్నికన్ సిద్ధాంతాన్ని టైకో ఎలా మార్చేశాడో, అదే విధంగా కెప్లర్ నియమాలని కూడా మార్చడానికి సాధ్యమవుతుంది. సూర్యుడు, తన చుట్టూ తిరిగే గ్రహాలతో బాటు, భూమి చుట్టూ దీర్ఘవృత్తియ కక్ష్యలో తిరుగుతున్నాడని అనుకుంటే కొంపలేం అంటుకుపోవు.

కాని అదృష్టవశాత్తు చందమామ కెప్లర్ నియమాలని అనుసరించదు. చందమామ ఇతర గ్రహాల లాగా సూర్యుడి చుట్టూ తిరగదని, కాబట్టి వాటి లాగా ప్రవర్తించదని కెప్లర్ వాదించాడు. కెప్లర్ వాదనలో బలం ఉంది.

కాని తదనంతరం గెలీలియో చేసిన ఎనలేని కృషి, న్యూటన్ నిర్మించిన గణితపరమైన భౌతిక సిద్ధాంతం - చివరికి ఈ రెండిటి సమిష్టి శక్తితోనే భూకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని భూస్థాపితం చెయ్యడానికి వీలయ్యింది.

చివరికి కెప్లర్ బోధించిన దీర్ఘవృత్తియ కక్ష్యల ఖగోళశాస్త్రమే అసలైన ఖగోళశాస్త్రం అన్న విషయాన్ని అంతా సమ్మతించారు. గతంలో ప్రతిపాదించిన ఖగోళ సిద్ధాంతాలన్నిటికీ మిన్నగా కెప్లర్ సిద్ధాంతమే వెలిగింది.

దూరదర్శినిని
గెలీలియో
కనిపెట్టాడు
అని అందరూ
అనుకుంటారు. కాని
అది నిజం కాదు.

మరి గెలీలియోకి దూరదర్శినికి
మధ్య సంబంధం ఏంటి?

Galileo



దూరంగా ఉన్న వస్తువులని దగ్గరగా చూపించే కొత్త పరికరం ఏదో
ఉందన్న గాలివార్త వినగానే గెలీలియో ఇక ఆలస్యం చెయ్యలేదు.

బ్రహ్మాండం!



సూర్యసిద్ధాంతంతో కోపర్నికస్ పేరు ముడిపడినట్టే ఇదీను. ఎందుకంటే
ఆ భావన అంతకుముందు వెయ్యేళ్లుగా ఉంది. కాని ఆ భావనని ఓ
సంపూర్ణ సిద్ధాంతంగా తీర్చిదిద్దిన ఘనత కోపర్నికస్ కే దక్కింది.

అలాగే గెలీలియో కూడా
ఖగోళశాస్త్రంలో దూరదర్శిని
వినియోగాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు.
జీవితాంతం ఆ పరికరానికి
మెరుగులు దిద్దుతూ పోయాడు.
దాంతో అంతవరకు
ఏ మానవుడు చూడని అంతరిక్ష
వింతలెన్నో చూశాడు.
గెలీలియో ప్రవేశపెట్టిన
దూరదర్శిని పరిశీలనాత్మక
ఖగోళశాస్త్రంలో విప్లవాన్ని
తీసుకువచ్చింది.

గెలీలియో గెలీలీ
(1564-1642)

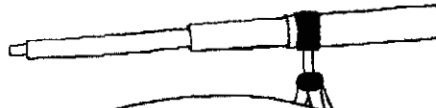


ఇటలీలో జన్మించాడు. ఖగోళశాస్త్రంలో
దూరదర్శినిని ప్రవేశపెట్టాడు.
అంతవరకు కన్ను చూడని ఎన్నో
అంతరిక్ష వస్తువులని కనిపెట్టాడు.
ఎవరూ చూడని వింతలెన్నో చూశాడు.
కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన
సూర్యసిద్ధాంతానికి మళ్ళీ ప్రాణం
పోశాడు. చర్చి బోధలకి వ్యతిరేకంగా
గెలీలియో సిద్ధాంతం ఉంది. కాబట్టి
గెలీలియోని చివరి రోజుల్లో ఇంట్లోనే
నిర్బంధించారు.

గణితాత్మక ప్రయోగాలు చెయ్యడంలో
కూడా గెలీలియో మొదటివాడయ్యాడు.
క్రమబద్ధంగా చలనాలని అధ్యయనం
చేశాడు.

ఆధునిక పరిశీలనాత్మక ఖగోళ
విజ్ఞానానికి గెలీలియో పితామహుడుగా
పిలవబడతాడు. ఆధునిక విజ్ఞానానికి
మూలపురుషుడు అని కూడా అంటారు.

రెప్లీక్ (మిత్రాను సైన్స్) లో
ఖగోళ విజ్ఞానానికి గెలీలియో
గెలీలియో దూరదర్శిని
పరిశీలనాత్మక
ఖగోళశాస్త్రానికి అలాగే.



కంటికి కనిపించని దానికంటే
విశ్వం మరెంతో ఉంది.

దూరదర్శిని వల్ల రెండు విజయాలు
సాధించారు. మొదటిది...



ఇంతవరకు ఉన్నాయని కూడా
తెలిసి ఎన్నో వస్తువులతో విశ్వం
బిండిపోయి ఉంది.

రెండవది, దూరదర్శినితో ఎన్నో సూక్ష్మమైన వివరాలని
కనిపెట్టాచ్చు...

అంటే మరింత కచ్చితమైన
పరిశీలనలు చెయ్యొచ్చు.
అంటే ఇక ప్లీకో
సమాచారానికి తిలోదఘాలు
కొబిలేయొచ్చు.



దూరదర్శనితో గెలీలియో చేసిన పరిశీలనలలో ముఖ్యమైనది అంతవరకు కంటికి కనిపించని అసంఖ్యాకమైన తారలను కనుక్కోవడం.



మనం పాలభ్రమ అనుకునేది కూడా పెద్ద తారల గుంపేమో, ఎవరికి తెలుసు?

దూరదర్శనితో గ్రహాలని మరింత పెద్దగా చూడడానికి వీలయ్యింది. తారలు ఇంకా ప్రకాశవంతంగా కనిపించాయి గాని ఎప్పట్లాగే చుక్కల్లాగే కనిపించాయి.



దీని అర్థం ఏంటిబ్బా? బహుశ తారలు మనం ఊహించలేనంత దూరాలలో ఉన్నాయేమో. అందుకే సూర్యుడి చుట్టూ భ్రమించు చలనాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకున్నా తారలలో విక్షేపం కనిపించటంలేదేమో.

తన సమకాలీనుడు కెప్లర్‌లాగానే గెలీలియో చూడా కోవర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని గాఢంగా నమ్మేవాడు.

అతడు చేసిన అత్యంత అద్భుతమైన ఆవిష్కరణల్లో ఒకటి జూపిటర్ చందమామలు. జూపిటర్‌కి సన్నిహితంగా కదులుతున్న మూడు తారల లాంటి వస్తువులని కొన్ని నెలల పాటు గమనించాడు.

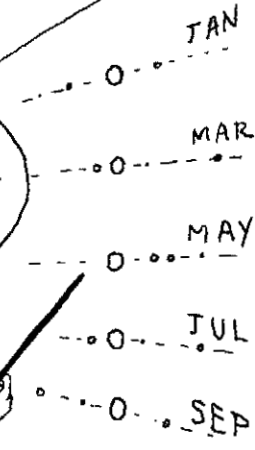
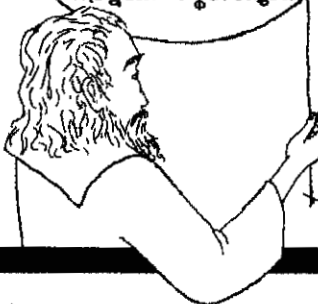
చూడడానికి తారల లాగానే ఉన్నాయి. కాని ఎందుకు సంచరిస్తున్నాయి?



ఔగా జూపిటర్‌ని ఎందుకు అను సరిస్తున్నాయి?



నిజానికి అవి సరళరేఖలో ముందుకి వెళ్లి జూపిటర్‌లోంచి పోతున్నట్లు ఉన్నాయి. అర్థమయ్యింది.



నిజంగానే భూమికి ప్రత్యేకత ఏమీ లేదు. భూమికి ఒకే చందమామ ఉంది. జూపిటర్‌కి నాలుగు ఉన్నాయి. ఈ విధంగా కోవర్నికస్ సిద్ధాంతం మరింత బలపడింది.

గెలీలియో మరెన్నో ఆసక్తికరమైన విషయాలు గమనించాడు.

చందమామకి ఉన్నట్లే వీసస్‌కి కూడా పక్షాలు ఉన్నాయి.



సాటర్న్‌కి రెక్కలు ఉన్నాయి. ఒకసారి కనిపిస్తాయి, ఒకసారి కనిపించవు.



చందమామ నునుపైన గోళం కాదు. దాని ఉపరితలం నిండా గుట్టలు, గోతులు ఉన్నాయి.



అంతవరకు నిమ్మకు నీరెత్తినట్లు ఉన్న ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గెలీలియో ఆవిష్కరణల గురించి విని ఉలిక్కిపడి మేలుకున్నారు. ఓసారి ఆకాశం కేసి చూడాలని వాళ్లకీ అనిపించింది.



హేయ్! భలే రోజుకో కొత్త విషయం కనిపిస్తోందోచ్!

అవెస్సా ఇక వెళ్లాలి.

కటకాలు నూరు కోవాలి.

దూరదర్శని పరపతి వేగంగా పెరిగింది. పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో దాని ప్రాముఖ్యత విపరీతంగా పెరిగింది.

ఆ సాధనం గత శతాబ్దాలలో అమితంగా అభివృద్ధి చెందింది. గెలీలియో కాలం నాటి నుండి దాని ప్రాముఖ్యత తగ్గలేదు.

నేనో ఖగోళశాస్త్రవేత్తని అయ్యాను నాన్నా!

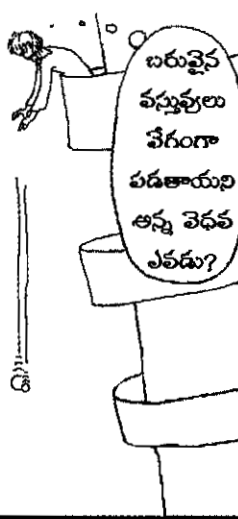


నాకు తెలుసు బాబూ! ఇందు బీంతో ఓ దూరదర్శని కొనుక్కో!

గ్రహచలనాలని కేవలం జ్యామితి పరంగా అర్థం చేసుకుంటే అది సూర్యసిద్ధాంతాన్ని నిరూపించడానికి సరిపోదు. కాబట్టి చలనం వెనక ఉన్న భౌతిక శాస్త్రాన్ని క్రమబద్ధంగా అధ్యయనం చెయ్యడం మొదలుపెట్టాడు గెలిలియో.



ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి...



... తన సొంత నిర్ణయాలకి వచ్చాడు.

సమవేగంతో చలనం వస్తువుల సహజ స్థితి. వస్తువులు సమవేగంతో కదలడానికి బాహ్య బలం అక్కర్లేదు.

సమవేగంతో కదిలే స్థితిలో ఒక ప్రత్యేక స్థితి నిశ్చల స్థితి. వస్తువుని నిశ్చలంగా ఉంచే ఐడల్ స్టేషన్, అది కదులుతున్నప్పుడు అగటుండా ఉంచుతుంది.

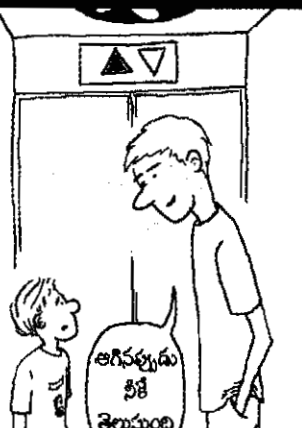
అతడి భావాలు చాలా సంచలనాత్మకంగా తోచాయి.

చలనాన్ని హార్మడానికి - అంటే అగ్ని వస్తువుని కదల్చడానికి, సమ వేగంతో కదిలే వస్తువుని ఆపడానికి - బాహ్య బలం కావాలి.

సమ వేగంతో కదులుతున్నప్పుడు, ప్రపంచ వేగంతో కదిలితూ కూడా, ఏమీ తెలియదు. కాని వేగంలో హార్మ వచ్చిందంటే మాత్రం వెంటనే తెలిసిపోతుంది.

లిఫ్ట్ వాడుతున్నప్పుడు ఈ విషయం అనుభవం అవుతుంది.

మనం కదలడం లేదా?



గెలిలియో ప్రతిపాదించిన చలన నియమాలు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని నిర్ధారించడానికి ఎంతో ఉపయోగపడ్డాయి.

గెలిలియో చెప్పేది బాగానే ఉండే.

గెలిలియో చెప్పేది నిజం అయితే, కోపర్నికస్ చెప్పేది కూడా నిజమేనన్న మాట.

చలనం గురించి గెలిలియో చెప్పింది పునాదిగా భౌతిక శాస్త్రం వర్ధిల్లింది.

ప్రయోగించబడ్డ బలానికి ఆధునికమైనా క్షరణం మారుతుంది.



గురుత్వానికి క్షరణానికి అనినాభావ సంబంధం ఉంది.

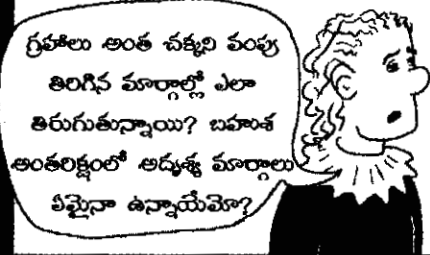


పరిశీలన, తర్కం అనే రెండు పునాదుల మీద గెలిలియో తన విశ్వ భావనని నిలిపాడు. అతడి సిద్ధాంతాలు సంచలనాత్మకంగా ఉండేవి. ముఖ్యంగా దుశబోధనలకి విరుద్ధంగా ఉండేవి. ఈ సంగతి చర్చికి బొత్తిగా నచ్చలేదు.

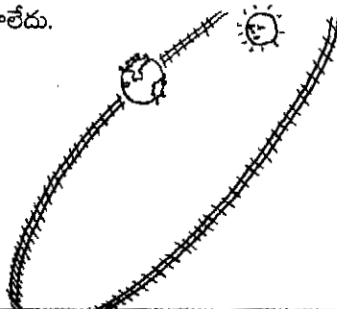
గెలిలియోని జైల్లో పెట్టారు. అతడి రచనలని బహిష్కరించారు. తన చివరి రోజుల్లో గృహనిర్బంధంలో జీవితాడు.

గెలిలియోని, అతడి విజ్ఞానాన్ని బహుతోచానరి చర్చికి 400 ఏళ్లు పట్టింది. 1992లో పాపె జాన్ పాల్ - II, గెలిలియోతో చర్చి దృఢహరించిన తరువాత చర్చికి ప్రతినిధిగా క్షమాపణ చెప్పుకున్నాడు. భూమి నిర్బలంగా తెడని బహిరంగంగా బహుకున్నాడు.

ఖగోళశాస్త్రాన్ని అంతరిక్ష వస్తువుల భౌతిక శాస్త్రంగా అర్థం చేసుకోవాలని కెప్లర్ ఇతర ఖగోళశాస్త్రవేత్తలని ఒప్పించడానికి ప్రయత్నించాడు. చలనం గురించి కొంత మౌలికమైన అవగాహనని సాధించాడు గెలిలియో. కాని గ్రహ కక్ష్యల విషయంలో మాత్రం ఎవరికీ ఏమీ అర్థం కాలేదు.



గ్రహాలు అంత చుట్టూ వంపు తిరిగిన మార్గాల్లో ఎలా తిరుగుతున్నాయి? బహుశ అంతరిక్షంలో అద్భుత మార్గాలు ఏమైనా ఉన్నాయేమో?



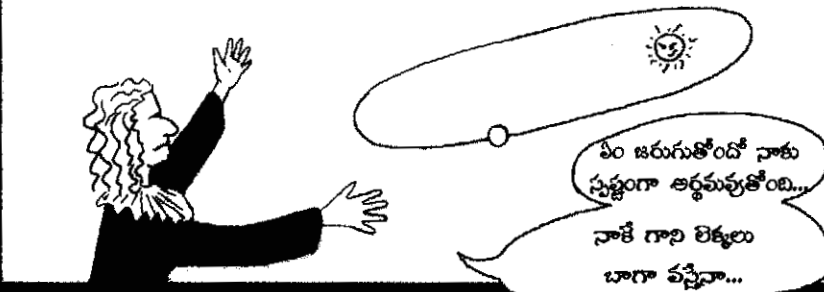
కెప్లర్ నమూనాలకి, న్యూటన్ రూపొందించిన గణిత యాంత్రిక శాస్త్రానికి మధ్య వారధిలా నిలిచినవాడు రాబర్ట్ హుక్.



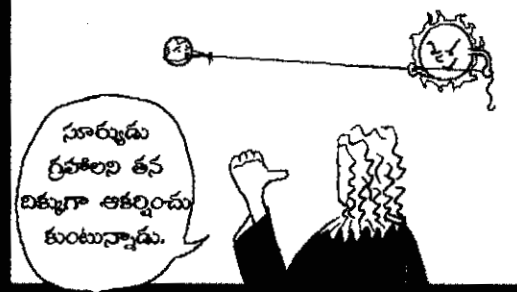
$$\int dr \frac{dx}{dt} = \sqrt{2}$$

హుక్ గొప్ప సహజ మేధస్సు గలవాడు. కాని తన భావాలని శాస్త్ర సిద్ధాంతంగా పెంపొందించడానికి కావలసిన గణిత సామాగ్రి అతడికి తెలీదు.

అసలు గురుత్వాకర్షణ అనేది ఉండొచ్చని మొట్టమొదట గుర్తించినవాడు హుక్...

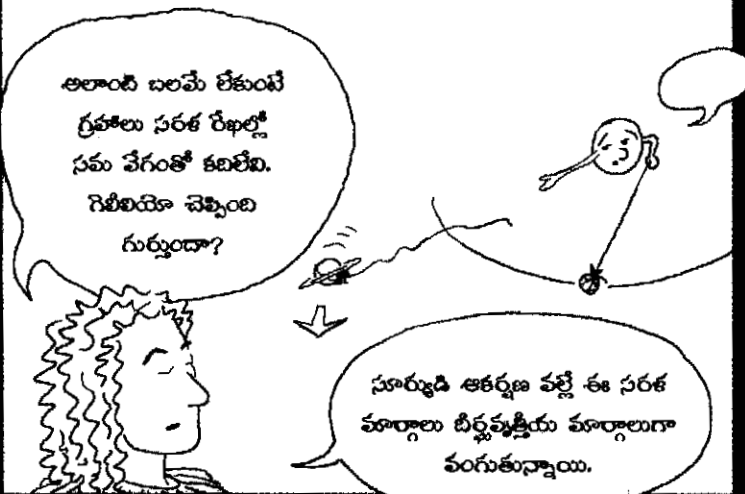


ఏం జరుగుతోందో నాకు స్పష్టంగా అర్థమవుతోంది... నాకే గాని లెక్కలు బాగా వస్తేనా...



సూర్యుడు గ్రహాలని తన విశ్వంగా ఆకర్షించు కుంటున్నాడు.

ఖగోళ విజ్ఞానంలో గురుత్వం పాత్ర బాగా గ్రహించాడు.



అలాంటి చలనం లేకుండా గ్రహాలు సరళ రేఖల్లో సమ వేగంతో కదిలేవి. గెలిలియో చెప్పింది గుర్తుందా?

సూర్యుడి ఆకర్షణ వల్లే ఈ సరళ మార్గాలు బిడ్డవృత్తియ మార్గాలుగా మారుతున్నాయి.



సూర్యుడు మాత్రమే కాదు, ప్రతి గ్రహం దాని ఉపగ్రహాలని ఈ విధంగానే ఆకర్షిస్తుంది.

హుక్ గొప్ప మేధావులను గురుత్వాకర్షణ దురింత ఉందని తెలియజేసింది. కాని హుక్ ఆనాడు అంతకు ముందుగా విజ్ఞానంలో గురుత్వం పాత్ర బాగా గ్రహించాడు.

హుక్ బాగాలు బాగా అర్థం చేసుకున్నాడు. కాని వాటికి గణితపరమైన ప్రామాణికం లేదు. అప్పుడప్పుడు హుక్ అనేక అనుభవాలను ఆధారంగా తీసుకుని అలాంటివి ఉన్నాయని తెలుసుకున్నాడు. కాని వాటిని గణితం ద్వారా వివరించలేకపోయాడు.

గెలీలియో, హుక్ ల భావనలు అమూల్యమైనవే.
అలాగే కెప్లర్ నియమాలు అమోఘమైనవే.
కాని వాటిని మాటలతో వర్ణిస్తే సరిపోదు.
అది సంపూర్ణ అవగాహన అనిపించుకోదు.
కెప్లర్ నియమాలని గణిత సూత్రాలతో
వర్ణించగల ఓ కొత్త సిద్ధాంతం కావాలి.

అలాంటి సిద్ధాంతాన్ని
సాధించిన ఘనత బ్రహ్మే
స్వామికికే దక్కింది. అలాంటి
సిద్ధాంతాన్ని అత్యంత
సూక్ష్మంగా వర్ణించడమే
కాదు, అందుకు కావలసిన
గణితాన్ని కూడా అతడు
కొత్తగా చూపించిందాడు.

సూర్యుడి నుండి దూరం అవుతున్న కొద్దీ
గురుత్వాకర్షణ తక్కువ అవుతుందని హుక్
ఊహించాడు. కాని ఆ దూరానికి,
ఆ ఆకర్షణ బలానికి మధ్య గణితపరంగా
సంబంధం ఏమిటో అతడు
తెలుసుకోలేకపోయాడు. అప్పటికి ఇంకా
అదో రహస్యంగా మిగిలిపోయింది.

చివరికి గురుత్వం విలోమ నియమాన్ని
అనుసరిస్తోందని తెలిసింది.
దూరం యొక్క వర్గానికి విలోమంగా గురుత్వ బలం
మారుతుందని ఈ నియమం చెబుతుంది.

ఇది చాలా
సులభం, దూరం
రెండింతలు అయితే
బలం నాలుగింతలు
క్షీణిస్తుంది.



ఇప్పుడిక మిగిలిన అసలు ప్రశ్న ఒకటే: వర్గ విలోమ నియమం
వల్ల దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు ఏర్పడతాయా?

అందుకు
సమాధానం
అవునంటే ఆ
నియమం
సరైనది.



లేదంటే
గురుత్వం
తీరు మరోలా
ఉండవచ్చు
మాట.

వర్గ విలోమ సిద్ధాంతాన్ని ఊహించడం అంత కష్టం కాదు. నిజానికి దాని
ఎంపిక చాలా సహజంగా జరుగుతుంది.



కొబ్బరి ప్రకాశం దూరానికి
వర్గ విలోమంగా మారుతుంది. మరి
గురుత్వం కూడా అలాగే మారుతుందని
ఎందుకు అనుకోకూడదు?

నీ ఉద్దేశంలో
సూర్యుడు కాంతిని
తెలువరింబినట్టే గురుత్వాన్ని
కూడా తెలువరింపజేస్తాడు
అంటావా?

వర్గ విలోమ నియమం వల్ల
దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు
ఏర్పడతాయని హుక్ భావించాడు.
కాని దానికి నిరూపణ ఇవ్వడానికి
ఒప్పుకునేవాడు కాదు.



నేనివ్వను

చివరికి న్యూటన్ వద్దకి వెళ్లాడు హుక్. అప్పటికే
గొప్ప గణితవేత్తగా న్యూటన్ కి మంచి పలుకుబడి
ఉంది. కాని ఇద్దరి మధ్యన భావసంఘర్షణ
చెలరేగింది.

ఇకడిని ఎలాగైనా
ఒప్పించాలి.

నన్ను కాదంటాడా?
ఎంత భయం?



న్యూటన్ చిన్న బుచ్చుకున్నాడు.
పూర్తిగా ఏకాంతంలోకి వెళ్లిపోయి
సమస్యని మరింత లోతుగా అధ్యయనం
చెయ్యడం మొదలెట్టాడు.



బీబి ఎలాగైనా
అర్థం
చేసుకోవాలి.

హుక్ ని కలుసుకున్న తరువాత న్యూటన్ తన గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. కాని ఫలితాలు వెల్లడి చెయ్యక తన వద్దనే దాచుకున్నాడు.

హమ్మయ్య అర్థమయ్యింది. ఇప్పుడిక కాంతిలోని రంగుల సంగతేంటో చూడాలి.



అదృష్టవశాత్తు రాయల్ సొసైటీలో సభ్యుడైన ఎడ్మండ్ హాలీకి ఖగోళ భౌతిక శాస్త్రం మీదకి మనసు మళ్ళింది.

ఐసాక్ న్యూటన్
(1642-1727)



ఇంగ్లాండ్ లో జన్మించాడు. కాల్యులన్ కనిపెట్టాడు. విజ్ఞానలోకానికి అతడిచ్చిన అతిగొప్ప బహుమతి అదేనేమో. (కాల్యులన్ కనిపెట్టిన ఘనతలో తనకీ వంతు ఉందంటాడు లైబ్నిజ్. ఆ తగాదా ఎప్పటికీ తీరలేదు.)

గతి సిద్ధాంతానికి బలమైన పునాది వేసి, భౌతిక శాస్త్రానికి ఓ తీరైన రూపాన్ని ఇచ్చాడు. కాల్యులన్, గతి సిద్ధాంతాలతో మొట్టమొదటి ఖగోళ భౌతిక సిద్ధాంతాన్ని అందించాడు.

తరువాత కాంతి తత్వాన్ని కూడా అధ్యయనం చేశాడు.

పరావర్తన దూరదర్శిని కూడా కనిపెట్టాడు. దీన్నే న్యూటోనియన్ దూరదర్శిని అని కూడా అంటారు.

హుక్ ని ఆశ్రయించిన హాలీకి నిరాశే ఎదురయ్యింది. హుక్ తన భావాలకి గణితపరమైన మద్దతునివ్వలేకపోయాడు. దాంతో న్యూటన్ ని కలుసుకున్నాడు హాలీ.

సూర్యుడు గురుత్వం వల్ల విలోమంగానే పూరుతోంది అనుకుందాం. అప్పుడు గ్రహాల కక్ష్యల ఆకారాలు ఎలా ఉంటాయో చెప్పు?



ఓహి అంతేనా? బీర్స్ వుత్తాలు!



ఆ సమావేశం చాలా ముఖ్యమైనది. కొంత కాలం తరువాత న్యూటన్ తన గణిత సిద్ధాంతాన్ని వర్ణిస్తూ హాలీకి ఒక వ్యాసం పంపించాడు.



అదుగో!

హాలీ సంతోషం పట్టలేకపోయాడు.

న్యూటన్ పంపిన చిన్న వ్యాసంలో హాలీ దివహించనంత విలువైన ఫలితాలు ఉన్నాయి. గురుత్వ పల్ల విలోమ నియమం నిజమని అనుకుంటూ న్యూటన్ మూడు విషయాలు నిరూపించాడు :

- 1) గ్రహాల కక్ష్యలు దీర్ఘవృత్తాకారంలో ఉంటాయి, 2) గ్రహాల వేగాలు కెప్లర్ రెండవ నియమాన్ని అనుసరిస్తాయి, 3) గ్రహాల సంవత్సర కాలాలు కెప్లర్ మూడవ నియమాన్ని పాటిస్తాయి.

రెండు వేల ఏళ్లపాటు ఉన్న అజ్ఞానాన్ని న్యూటన్ సిద్ధాంతం పటాపంచలు చేసింది. విశ్వగతులు మరింత స్పష్టం కాసాగాయి.

ఆ విధంగా ఖగోళ వస్తువుల చలనాలని చాలా సరళమైన సూత్రాలు శాసిస్తున్నాయని తెలిసింది.



ఓ పీడకల నుండి పేలుకున్నట్లు ఉంది!

న్యూటన్ సిద్ధాంతంలోని గొప్పదనం గమనించిన హాలీ వెంటనే దాన్ని ప్రచురించమని ప్రోత్సహించాడు.

న్యూటన్ పనిలో పరిపూర్ణత కోరుకునే మనిషి. పరిశోధన పూర్తయ్యే దాకా ఎంతకాలం అయినా ఆగుతాడు గాని, అసంపూర్ణంగా ఉన్న పరిశోధనని ప్రచురించడానికి ఇష్టపడడు.

క్షమించు ఎడ్వండ్, ఇప్పుడే బీబ్లి ప్రచురించడానికి సిద్ధంగా లేను.



ఎంతో నచ్చుచెప్పాకనే తన సిద్ధాంతాన్ని ప్రచురించడానికి ఒప్పుకున్నాడు.

నాకు చేతనైనది చేస్తాను. కాని కొంత సమయం కావాలి.



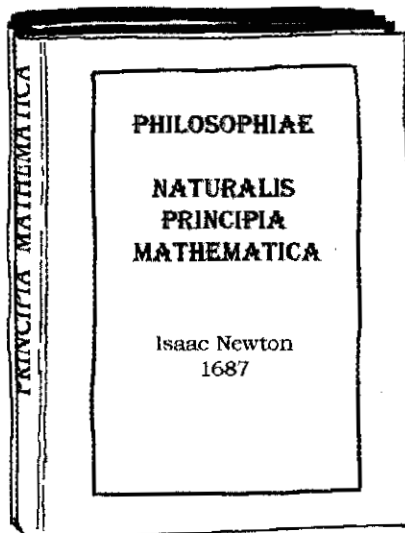
ఓ మూడేళ్లు ఆ పని మీదే ఆహారాశ్రాలు శ్రమించాడు. చివరికి ఓ వైజ్ఞానిక కళాఖండం తయారయ్యింది. ఆ తరువాత మరో రెండు వందల ఏళ్ల పాటు ఆ పుస్తకమే విజ్ఞానశాస్త్రం పాలిటి వేదం అయ్యింది.

ప్రచురిస్తే ఇలాంటిది ప్రచురించాలి.



ఆ మూడేళ్లలోను న్యూటన్ తను మొదట రాసిన తొమ్మిది పేజీల వ్యాసాన్ని ఓ పెద్ద పుస్తకంగా విస్తరింపజేశాడు. దాని పేరే

'ఫిలోసోఫీయే నాచురాలిస్ ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా' (ప్రకృతితత్వ గణిత సూత్రాలు).

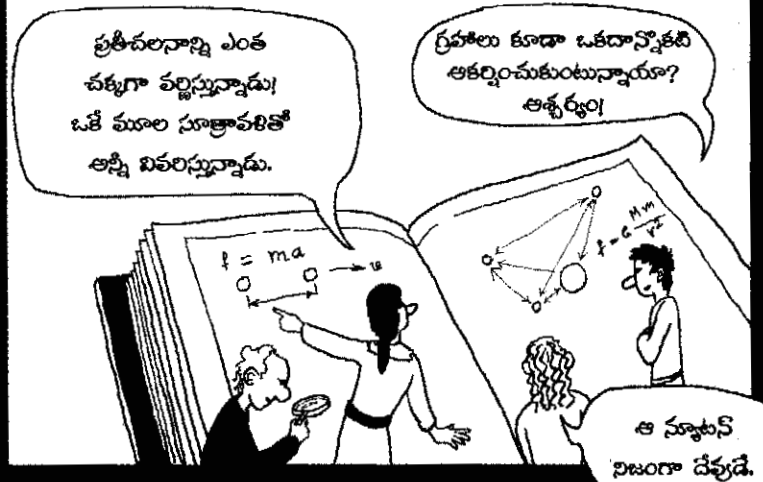


దీన్ని కొంచెం సంక్షిప్తంగా ప్రిన్సిపియా మాథమాటికా అని (లేక వట్టి ప్రిన్సిపియా అని) కూడా అంటుంటారు. ఇది మూడు గ్రంథాలమాల.

కొద్ది రోజులకే శాస్త్రలోకానికి ప్రిన్సిపియా శిరోధార్యం అయ్యింది. అందరి నోటా న్యూటన్ పేరే నానింది.

ప్రతీచలనాన్ని ఎంత చక్కగా వర్ణిస్తున్నాడు! ఒకే మూల సూత్రాలతో అన్ని వివరిస్తున్నాడు.

ద్రివీలు కూడా ఒకదానొకటి ఆకర్షించుకుంటున్నాయా? ఆశ్చర్యం!



ఆ న్యూటన్ నిజంగా దేవుడే.

ప్రిన్సిపియా మూడు విజయాలు సాధించింది :

- 1) వస్తువుల చలనాలకి సంబంధించిన మూల సూత్రాలని నిర్వచించింది.
- 2) విశ్వంలో ప్రతీ వస్తువు ఇతర అన్ని వస్తువులని ఎలా ఆకర్షిస్తుందో పేర్కొంది.
- 3) పై రెండింటినీ కలిపి గ్రహ చలనాలని వివరించింది.

మొదటి రెండు ఫలితాలు అద్భుతమైనవే కాని మూడవ చాలా పోలిస్తే కాస్త సులభమైనవి. కాని మూడవ ఫలితం చాలా సంక్లిష్టమైన గణిత విజయం. అది ఒక్క న్యూటన్ కే సాధ్యమయ్యింది.

మొదటి నుంచి న్యూటన్ పరిశోధనల మీద హాళీ శ్రద్ధ చూపిస్తూ వచ్చాడు. ప్రిన్సిపియా ప్రచురణ కోసం హాళీ తన సొంత డబ్బు ఖర్చుపెట్టాడు.

శీకు ఎంతో
రుణపడి ఉన్నాను.



ఇది నా అదృష్టం. ఇదుగో నీ పుస్తకం.

న్యూటన్ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచారం చెయ్యడంలో హాళీ కీలక పాత్ర వహించాడు.

గురుత్వ ధర్మాలు విశ్లేషణనీనం
అయితే తోకచుక్కల కక్ష్య కూడా
బీర్లవృత్తమే అయ్యుండాలి. కాని
మరి తోకచుక్కల వస్తువుతో ఉన్నట్లు
ఎందుకు కనిపిస్తాయి?

తోకచుక్కల గతి కూడా
బీర్లవృత్తాకారంలోనే ఉంటుంది.
అయితే బాగా సాగబీసినట్లు ఉంటుంది.
ఆ బీర్లవృత్తపు అవతలి కొస మనకి
కనిపించడం లేదంటే, ఆ తోకచుక్క తిరిగి
వచ్చే సరికి మనం దిక్కి ఉండం.



న్యూటన్ మాట మీద అపారమైన గురి ఉన్న హాళీ ఆ విషయాన్ని
పరిక్షించాలి అనుకున్నాడు.

మట్టి మట్టి
చక్రికంగా వచ్చే
తోకచుక్క ఏదో
ఉండాలి.

దాని చరిత్ర కొంచెం
తక్కి చూడాలి.



చారిత్రక పరిశీలనలని వివరంగా అధ్యయనం చేశాడు.

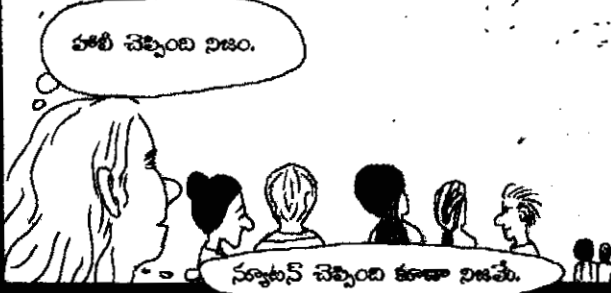
బీర్ల తస్మాదియ్య
దివలకి దొరికింది.
76 ఏళ్ళకి ఒకసారి
వస్తానని.

అంటే మరో 6 దశాబ్దాల
తరువాత మట్టి వస్తుంది
అన్నమాట. అంతవరకు
నేను దిక్కి ఉంటానా?



హాళీ అశించినట్లుగానే ఆ తోకచుక్క 1758లో మట్టి కనిపించింది.
అది నిజంగానే ఓ చారిత్రక సంఘటన. కాని దానికి రెండు దశాబ్దాల
క్రితమే హాళీ చనిపోయాడు.

హాళీ చెప్పింది నిజం.



న్యూటన్ చెప్పింది కూడా నిజమే.

హాళీ తోకచుక్క చూర్మమే చుట్టూ 76 ఏళ్ళకి
ఒకసారి ప్రదర్శించి దేక్షించింది. తరువాత హాళీ దీనిపై వ్రాసిన
అద్భుతమైన హాళీ తోకచుక్క ప్రదర్శన వ్యాప్తిగా ఆశాపరిచింది.
హాళీ అది దర్శనమే అని భావించాడు చూడండి.
మళ్ళీ రచనాకాలం 2061లో వస్తుంది.

ప్రిన్సిపియాలో వర్ణించిన చలన నియమాలు కేవలం ఖగోళ వస్తువులకే కాదు, అన్నిటికీ వర్తిస్తాయి.

అంటే నేల నన్ను
ముందుకు నెట్టకపోతే
అసలు నడవలేనంటావా
శశి?

ఈసారి ఐదు మీద
నడిచి చూడు శీనా!

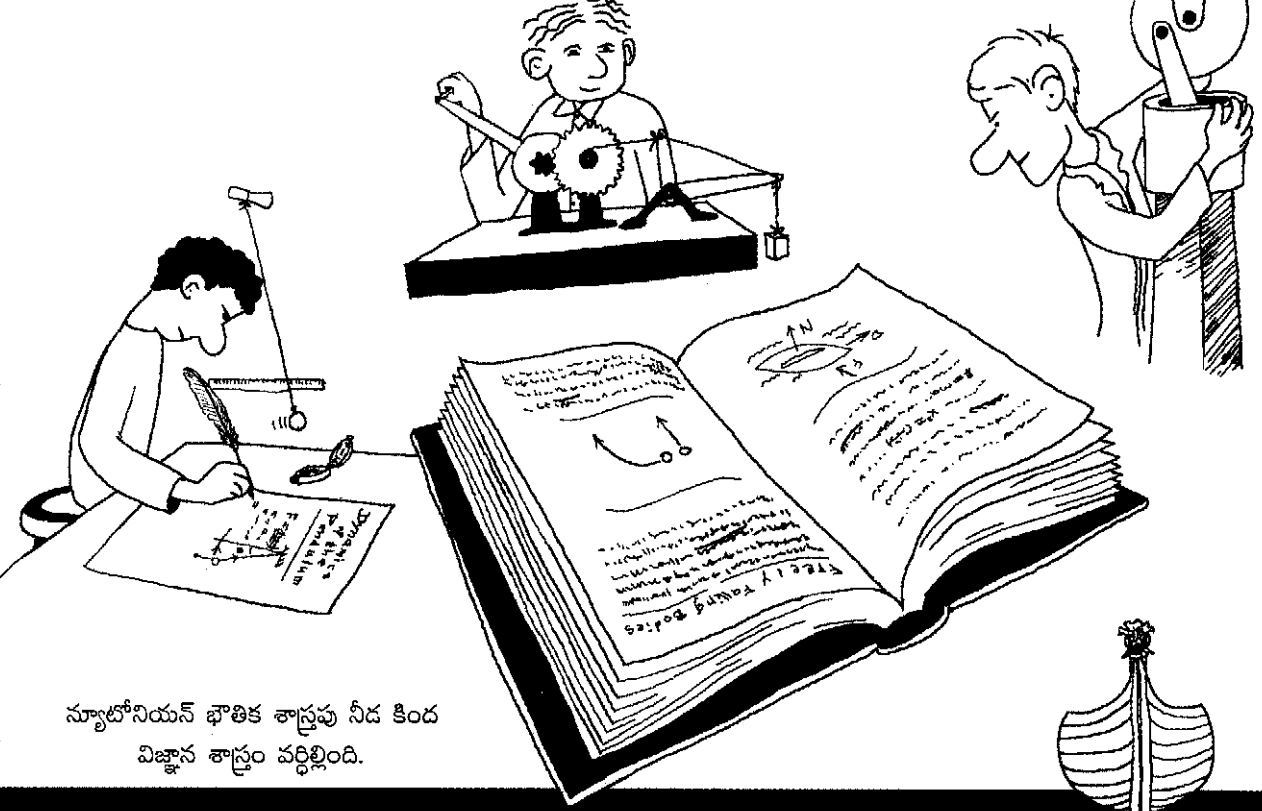


కొందరు శాస్త్రవేత్తలు న్యూటన్ చలన నియమాలని బాహ్య ప్రపంచంలో కనిపించిన ప్రతీ సంఘటనకీ వర్తింపజేయడం మొదలుపెట్టారు.



ప్రతీ సందర్భంలోను చలన నియమాలు నిజం కావడం
వాళ్లకి మాహదానందం కలిగించింది.

దాంతో విజ్ఞాన వాహిని కట్టలు తెంచుకుంది.



న్యూటోనియన్ భౌతిక శాస్త్రపు నీడ కింద
విజ్ఞాన శాస్త్రం వర్ధిల్లింది.

న్యూటోనియన్ భౌతిక శాస్త్రం కేవలం భౌతిక శాస్త్ర విభాగాలనే కాక, సాంకేతిక శాస్త్రాలని కూడా రెండు చందల పిక్లపాటు పాలించింది.
ప్రకృతి రహస్యాలని న్యూటన్ బట్టెటయలు చేశాడు.
వైద్యునికి శోభన అంటే మనుషులకి సద్మృతం పెరగసాగింది.
పిజ్జాదం, సాంకేతికం అప్పుట్టుంటి జీవన వృద్ధికి కారణమైన మహాయంత్రాలు అయ్యాయి.

చాలా మందికి సౌరమండలంలో ఓ ప్రత్యేకమైన లోపం కనిపించింది. నాలుగు అంతర గ్రహాలకి (Inner Planets), రెండు బాహ్యర గ్రహాలకి (Outer Planets) మధ్య ఓ గ్రహం లోపిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

జూపిటర్ కక్ష్యలోపలే
మన దూరదర్శిమలకి అందని
ఓ చిన్న గ్రహం ఉండేమో.

సృష్టికర్త తెలివైనవాడు.
బాహ్యర గ్రహాలు పెద్దవి
కాబట్టి వాటి దగ్గరిలో
ఉన్న చిన్న గ్రహాల కక్ష్యల
మీద అవి బలమైన
ప్రభావాన్ని చూపగలవు.

గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు ఒక ప్రత్యేక వరసక్రమాన్ని
అనుసరిస్తున్నట్టు అనిపించింది.

భూమి కక్ష్య వ్యాసంలో
ఏదో వంతుని కొలమానంగా
తీసుకుంటే
తక్కిన గ్రహాల కక్ష్యల వ్యాసాలు
పూర్ణాంకాలు అవుతాయి.
అవి వరసగా ఇలా ఉంటాయి :
4, 7, 10, 16, 52, 100.

ఈ సంఖ్యల నుండి
4 తగ్గించి, మూడు చేత
భాగిస్తే వరసగా
ఈ సంఖ్యలు వస్తాయి :
0, 1, 2, 4, 16, 32.



అంత చక్కని శ్రేణి ఉండడం కాకతాళీయంగా జరగదు. గ్రహాల కక్ష్యలు ఏదో ప్రత్యేక ధర్మాన్ని అనుసరిస్తున్నాయి అనడానికి ఈ శ్రేణి ఒక సంతేతం. అయితే ఈ శ్రేణిలో 8కి సంబంధించిన గ్రహం లోపిస్తోంది.

అంతే లోపిస్తే ఏంటి?
గ్రహం కనిపించలేదంటే.

దాన్ని ముందు
ఎవరు కనుక్కుంటారు
అన్నదే ప్రశ్న.

ఏం లాభం?
మనం
వెతుకుతున్నది
అది కాదు
కదా?

కాని చూడు,
అది కూడా
వరసక్రమంలోనే
ఉంది. సాటర్న్
తరువాత వచ్చింది
కాబట్టి ఇది 648
సరిహద్దుతోంది.

ఈ కొత్త గ్రహపు కక్ష్య కూడా అంకెల శ్రేణితో సరిపోవడం ఆశ్చర్యకరంగా
అనిపించింది. దాంతో 8 సంఖ్యకి సరిపోయే గ్రహం కోసం గాలింపు
మరింత తీవ్రం అయ్యింది.

1801లో గిసెప్ పియాట్సీ అనే ఇటాలియన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త లోపించిన
గ్రహం ఉందాల్సిన చోట ఓ చిన్న వస్తువుని గమనించాడు. ఆ తరువాత ఐదేళ్లలో
ఇంకా మూడు చిన్న వస్తువులని అదే ప్రాంతంలో కనిపెట్టారు.

ఈ చిన్న
వస్తువులన్నీ ఏదో
విశ్వదుర్బటనలో బద్దలైన
గ్రహ శకలాలేమో.

అయితే ఇలాంటివి
ఇంకా చాలా ఉండి
ఉండాలి. వీటిని
గ్రహశకలాలు అని
పిలుస్తారు.

1891కల్లా 300కి పైగా గ్రహశకలాలని కనిపెట్టారు.
అన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ లోపించిన గ్రహం
ఉందాల్సిన చోటే తిరుగుతున్నాయి.
వ్రేణిలో 8 సంఖ్యతో వీటి కక్ష్య సరిపోతోంది.

ఈ గ్రహశకలాలు ఏలా పచ్చాయో ఇప్పటికీ
వివరికీ తెలీదు. జూపిటర్ బలమైన గురుత్వాకర్షణ
వల్ల ఈ శకలాలన్నీ తలెత్తి గ్రహం
పిర్చబడుతూ నివారించబడ్డాయి.

యురానస్ కదలిక చాలా విద్వర్ధంగా ఉంది.

చాలా కష్టతంగా
లెక్క వేశాను. అయినా
లెక్కించిన మార్గం నుండి
యురానస్ తప్పుకోంది.

బహుశ ఆంత
దూరంలో
న్యూటన్
సిద్ధాంతం
పనిచెయ్యడేమో



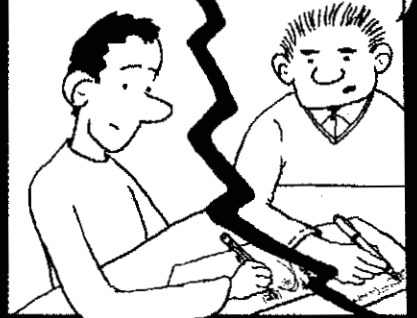
మరి సౌరమండలం చివర్లో
న్యూటన్ సిద్ధాంతం పని చెయ్యదని
అనుకోవాలా లేక...

బహుశ మనకి పూర్తి సమాచారం
లేదేమో. యురానస్కి అవతల మనకి
కనిపించని ఏదో గ్రహం దాన్ని
ఆకర్షిస్తూ దారి మళ్లిస్తూ ఉండొచ్చు.



1840లో జేమ్స్, జోన్స్ అని ఇద్దరు
గణితవేత్తలు వేరువేరుగా పన్నోకి దిగారు.

యురానస్ని దారి మళ్లిస్తున్న అద్భుత
వస్తువు ఏదో ఉందనే అనుకుందాం.



న్యూటన్ సిద్ధాంతం నిజమని ఒప్పుకుంటూ,
ఈ గణితవేత్తలు లెక్కలు వేసి ఓ నిర్ణయానికి వచ్చారు.

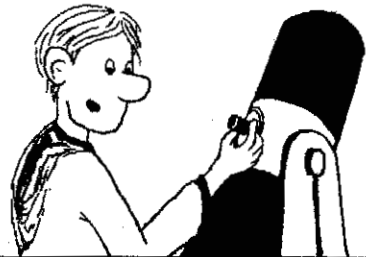
సరిగ్గా ఇక్కడే ఏదో
గ్రహం ఉండాలి.

దూరదర్శినితో చూస్తే
అక్కడ కనిపించాలి.



1846లో ఓ కొత్త గ్రహాన్ని కనుక్కున్నారు. సరిగ్గా
జేమ్స్, జోన్స్ లు నిర్ణయించిన దూరంలోనే కనిపించింది.

అది అద్భుతం. న్యూటన్ ని విజ్ఞానాన్ని
మళ్ళీ ఎప్పుడూ సందేహించను.



ఈ కొత్త గ్రహానికి నెప్ట్యూన్ అని పేరు పెట్టారు.
న్యూటన్ నియన్ విజ్ఞానానికి ఇదొక గొప్ప
విజయం అయ్యింది.

అద్భుతం! ఇద్దరు
గణితవేత్తలు
కాగితం, కలం
పట్టుకుని, ఉన్నచోటి
నుండి కదలకుండా
ఓ కొత్త గ్రహాన్ని
కనిపెట్టారు!



నెప్ట్యూన్ స్థాన నిర్ణయం, అవిష్కరణ సంచలనాత్మకంగా ఉన్నా, యురానస్ మార్గంలో
యికా కొంచెం దోషం అర్థం కావడం లేదు. ఈ మిగిలిన దోషానికి కారణం
మరో అజ్ఞాత గ్రహం కావచ్చుననుకున్నారు. సౌరమండలంలో 9వ గ్రహ స్థానాన్ని
నిర్ణయించడానికి ప్రయత్నించారు ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు. 1930లో ఓ చిన్న చుప్చుప్
(మన చందమామలో ఐదోవంతు ఉన్న చుప్చుప్) లెక్కలు సూచించిన
దూరంలోనే ఉండడం కనిపించింది. దాని పేరు ప్లూటో.

యురానస్ బాటని ముగించడానికి ప్లూటో మరో చిన్నదని బిచ్చుడు మనకి తెలుసు.
ఆ దోషానికి కారణం నెప్ట్యూన్ ద్రవ్యరాశి విషయంలో మన అంచనాల దోషమే.
అయినా ఆ తప్పుడు లెక్క నిర్ణయించిన చోటే ప్లూటో కనిపించింది.
2006లో ప్లూటోని గ్రహాల లెక్కలోంచి తీసేసారు. నెప్ట్యూన్ కి అవతల
సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్న ఏన్నో అఘు గ్రహాలలో ఒకటిగా దాన్ని జమకట్టారు.

న్యూటన్ నిర్మించిన భౌతిక శాస్త్రం 200 ఏళ్ల పాటు
సుస్థిరంగా నిలిచింది.

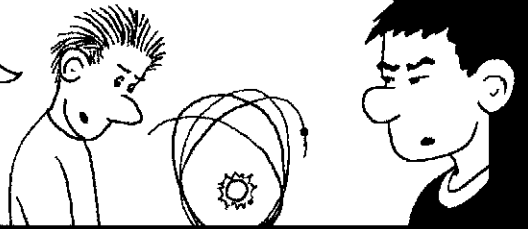
1500 వందల ఏళ్లపాటు
సాగిన టోలిమీ పాలన
ముందు ఇది పెద్ద విశేషమేం
కాదు గాని ఈ 200 ఏళ్లలోను
న్యూటన్ సిద్ధాంతం
ఇంచుమించు మనిషికి
తెలిసిన భౌతిక ప్రక్రియలన్నిటినీ
వర్ణించగలిగింది.



నెప్ట్యూన్ ఆవిష్కరణ తరువాత మరో విద్వారం మీదకి
భగోళశాస్త్రవేత్తల ధ్యాన మళ్లింది. అదే మెర్క్యురీ కక్ష్య.

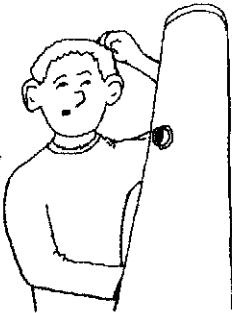
మెర్క్యురీ కక్ష్య ఎలా
కదులుతోందో చూడు.
మనకి తెలిసిన ఇతర
గ్రహాల ఆకర్షణలన్నీ
కలిపినా ఈ విచిత్ర
గమనాన్ని
వివరించలేం.

అంటే నెప్ట్యూన్ లాగానే మరో
అజ్ఞాత గ్రహం ఉండటావా?



సూర్యుడికి దగ్గరగా తిరిగే మరో గ్రహం
ఏదో ఉండొచ్చని, సూర్యుడి కాంతి తీవ్రత వల్ల అది
కనిపించడం లేదని కొందరు అభిప్రాయపడ్డారు.
ఆ అజ్ఞాత ఊహ గ్రహానికి వల్కన్ అని ఓ పేరు
కూడా పెట్టారు.

నిన్న వల్కన్
గ్రహం కనిపించింది
అనుకున్నావే.
ఇప్పుడు ఎక్కడ
దాక్కుందబ్బా?



వల్కన్ కనిపించినట్టు పుకార్లు ఎన్నో పుట్టాయి.
కాని అవేవీ నిర్ధారించబడలేదు.

1915లో ప్రఖ్యాత జర్మన్ భౌతికశాస్త్రవేత్త ఆల్బర్ట్ ఐన్స్టీయన్ ఓ కొత్త
గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు. దాని పేరు సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం.
గురుత్వతత్వాన్ని ఇది పూర్తిగా కొత్త కోణం నుండి చూస్తుంది. ఈ ఐన్స్టీయన్ సిద్ధాంతం
ప్రకారం న్యూటన్ గురుత్వ సిద్ధాంతం కేవలం ఓ ఉజ్జాయింపు మాత్రమే.

ఆగాగు! ఐన్స్టీయన్ సిద్ధాంతం ప్రకారం గ్రహాల
దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలన్నీ అలా మెర్క్యురీ కక్ష్యలాగానే
అయిన చలనాన్ని (precession) ప్రదర్శించాలి.



మెర్క్యురీ అయిన
చలనం ఐన్స్టీయన్
సిద్ధాంతంతో సరిగ్గా
సరిపోతోంది. ఆ లెక్కలన్నీ
నేను స్వయంగా
సరిచూశాను.



ఐన్స్టీయన్ సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం పుణ్యమా
అని మరో కొత్త గ్రహం కోసం వెదకాల్సిన పని
లేకుండా పోయింది. వల్కన్ ఓ శాశ్వత అజ్ఞాత
గ్రహంగా మిగిలిపోయింది.

ఇక్కడ న్యూటన్
సిద్ధాంతం విఫలమయింది.
ఐన్స్టీన్ పుణ్యమా అని
బతికిపోయాం.

కాని నిజంగానే ఓ
కొత్త గ్రహం ఉంటే
బావుండేదే? వల్కన్ -
ఆ పేరు నాకు నచ్చింది!



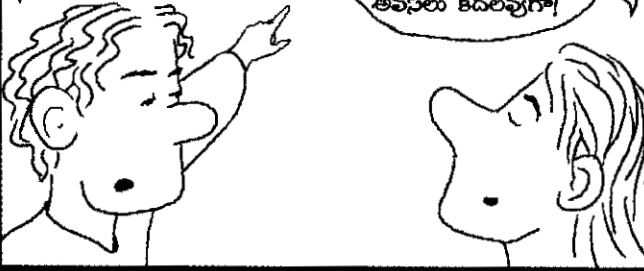
న్యూటన్ సిద్ధాంతం కేవలం ఓజ్జాయింపేనన్నది చాలా మందికి మింగుడు పడలేదు.
కాని ఆ దిశలో బలమైన సాత్వాధారాలు వున్నాయి. పైగా ఐన్స్టీయన్ సిద్ధాంతం
ఓ మహత్తరమైన, విప్లవాత్మకమైన భావన. ఐన్స్టీయన్ ప్రకారం కాలం (time),
అంతరం (space) అనేవి కాలాంతరం (space-time) అనే అభివ్యుత్పన్నంగా
కలిసి ఉన్నాయి. గురుత్వం అనేది అసలు ఓక బలమే కాదన్నాడు. కాలాంతరంలో
వచ్చిన చంద్ర చంద్ర అందులో కదిలే చంద్రుల బాటలు వంగుతాయన్నాడు.
చంద్రుల గతిని నిర్ణయించే గురుత్వమే కాంటి కూర్చున్న కూడా వంగుతుందని
ఐన్స్టీయన్ సిద్ధాంతం చెబుతుంది. ఈ ప్రభావాన్ని గురుత్వ కటకికరణ
(gravitational lensing) అంటారు.

దానిని జాగ్రత్తగా కొలిచారు. ఆ కొలతలతో ఐన్స్టీయన్ సిద్ధాంతం కచ్చితంగా
సరిపోతోంది. భగోళ చలనాలని అర్థం చేసుకోవడానికి సామాన్య సాపేక్ష సిద్ధాంతం
న్యూటన్ సిద్ధాంతం కన్నా మెరుగైన సిద్ధాంతంగా త్వరలోనే ఆవిష్కరించబడింది.
ఐన్స్టీయన్ ప్రతిపాదించిన గురుత్వ సిద్ధాంతం ఇంచుమించు ఓ శతాబ్దం పాటు స్థిరంగా
నిలిచింది. భగోళ చలనాల వివరణలో ఇప్పటికీ అదే అత్యంత ప్రేరేపక సిద్ధాంతం.

గ్రహ చలనాల గురించి కొన్ని మౌలిక సూత్రాలని కెప్లర్ కనుక్కున్నాడు. న్యూటన్ నిర్మించిన అద్భుత గణిత నిర్మాణాలు వాటికి భౌతిక పునాదాలు ఏర్పరచాయి.

గ్రహాల వరకు బానే ఉంది. మరి తారల మాటేమిటి?

ఓహో...! తారల చలనాలని వర్ణించడం ఎంతసేపు? అదెవడైనా చెయ్యగలడు. ఎందుకంటే అవసరం కదలవుగా!



ఖగోళ శాస్త్రపు తొలి దశల నుండి రెండు భాదనలు పెద్దగా మారలేదు...

ఈ తారలు సగ్లలు, చిట్టి చుక్కలు కదలా?

అవును, అవన్నీ ఓ పెద్ద గోళంలో పొదిగి ఉన్నాయి.



స్థిరమైన తారల విన్యాసం అనే స్థిర నేపథ్యం మీద గ్రహ చలనాలను అధ్యయనం చేశారు. కాని తారల మీదకి మాత్రం మనిషి మనసు మళ్లలేదు.

ఈ తారలు ముద్దుగా ఉంటాయి గాని, వట్టి మొద్దులు.

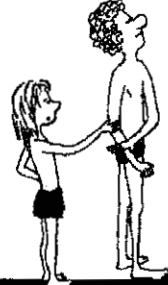
కాని భాలా పనికొస్తాయి.



మరి ఈ తారలు భూమి నుండి ఎంత దూరంలో ఉన్నాయి? అత్యంత సహజమైన ఈ ప్రశ్నకి సమాధానం ఎవరి వద్దా లేదు.

ఈ తారలు ఎంత దూరంలో ఉన్నాయన్నా? నాకోటి తెంపి ఇయ్యవూ?

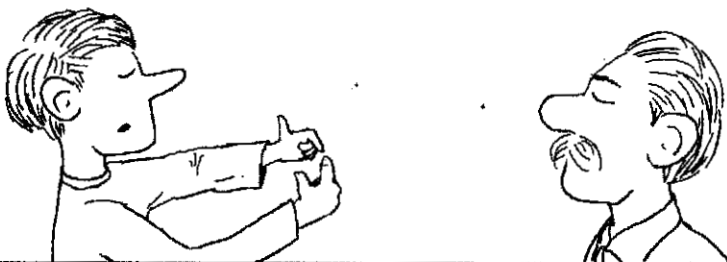
నాకు మాత్రం ఏమీ తెలుసు? ఓ రాయి ఇచ్చుకో. ఇది సూర్యుడు.



భూమి నుండి తారల దూరాలని తెలిపే పరిశీలనాత్మక ఆధారాలు కూడా ఏమీ లేవు. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకి ఎవరి అభిప్రాయాలు వారికి ఉండేవి. ఎవరేం చెప్పినా చెల్లేది.

ఈ నక్షత్ర మండలం గ్రహాలన్నిటికీ దూరంగా ఇలా ఉంది. లేకపోతే గ్రహాలు తారలని ఢీకొన్నవా?

నిజమే. కాని అందుకే అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్న సాటర్న్ కి అవతల తారలు ఉన్నాయంటాను.



ఇదిలా ఉండగా కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యసిద్ధాంతం నుండి ఓ బలమైన సూచన దొరికింది.

సూర్యుడి చుట్టూ ప్రదక్షిణ చేస్తున్న భూమి మరి అంతంత దూరాలు కదులుతుంది కదా, దాని నుండి తారలని చూస్తున్నప్పుడు దృష్టివిక్షేపం జరగదే?

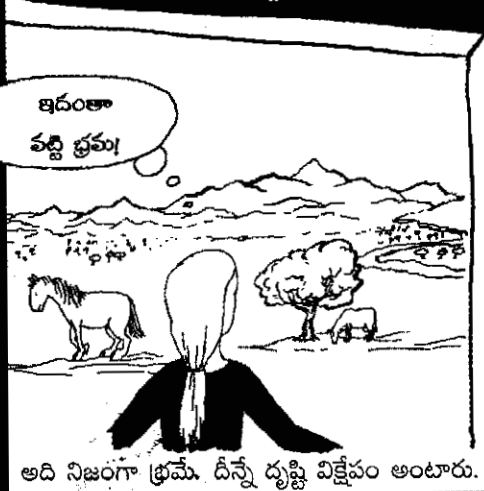
నేను అదే ఆలోచించా. బహుశా తారల దూరాల ముందు భూమి కక్ష్య అత్యంత అల్పంగా ఉంటుండేవో.



ఇంతకీ ఈ దృష్టి విక్షేపం అంటే ఏంటి?

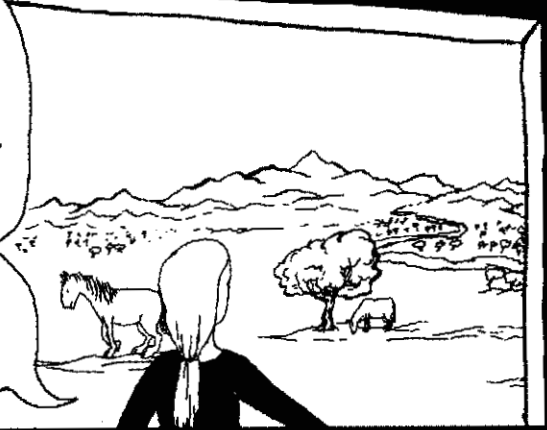
కిటికీలోంచి బయట దృశ్యాన్ని చూస్తూ మన తల కదిలించినప్పుడు బయట దృశ్యం కూడా దృశ్యరేఖ దిశలో కదిలినట్లు కనిపిస్తుంది.

దృష్టి విక్షేపం వస్తువుల దూరాల మీద ఆధారపడుతుంది. మనం స్థానం మారుతుంటే మనం చూస్తున్న వస్తువుల సాపేక్ష స్థానాలు మారుతున్నట్లు ఉంటాయి. అ మార్పు మన నుండి వస్తువుల దూరం మీద ఆధారపడుతుంది.



అది నిజంగా ప్రమా. దీన్నే దృష్టి విక్షేపం అంటారు.

నేను కదులుతుంటే ఆ కొండ, చెట్లు ఈ గుర్తం అట్టి ముందు దగ్గరికి వచ్చి మళ్ళీ దూరం అవుతున్నట్లు కనిపించాయి. కాని ఆ చెట్లు, ఆవు మాత్రం కలిసే కదులుతున్నాయి.



మన కళ్లు కూడా రెండు వేరు వేరు దృశ్యాలని చూస్తుంటాయి. ఒక్కొక్క కన్ను ప్రపంచాన్ని ఒక ప్రత్యేక కోణం నుండి చూస్తుంది.

దృశ్యాన్ని ముందు ఒక కంటితో తరువాత మరో కంటితో చూస్తే ఏమవుతుంది?



ఆశ్చర్యం ఏంటంటే కన్ను మార్చి కంటితో చూసినప్పుడు దృశ్యం ఎలా మారుతుందో, తల తిప్పి చూసినప్పుడు కూడా దృశ్యం అలాగే మారుతోంది.

ఈ దృష్టి విక్షేపణానికి ఎన్నో ఉపయోగాలు ఉన్నాయి. వస్తువుల మధ్య సాపేక్ష దూరాలలో వచ్చే మార్పు బట్టి వాటి దూరాలు తెలుసుకోవచ్చు.

దృష్టి విక్షేపణంతో దూరాలు చెప్పగలమా?



తప్పకుండా. ఇది చాలా సులభం. కావాలంటే ఒక కన్ను మూసి రెండో

కంటితో చూస్తూ నా వేలు ముట్టుకో. తరువాత అలాగే రెండో కన్ను మూసి మొదటి కంటితో చూస్తూ వేలు ముట్టుకో.

నీ రెండు బొటని వేళ్లని నీ ముఖం ముందు ఒకటి దగ్గరగా, మరొకటి దూరంగా పట్టుకో. ఇప్పుడు నీ రెండు కళ్లని మార్చి మార్చి ఒకటి తెరిచి, మరొకటి మూస్తూ చూడు.

నా ఎడమ కంటితో చూస్తున్నప్పుడు ఎడమ బొటనవేలు కుడి బొటన వేలికి ఎడమ పక్క కనిపిస్తోంది.

కాని కుడి కంటితో చూస్తున్నప్పుడు అది కుడి బొటన వేలికి కుడి పక్కకి పోతోంది.



అంతా మహా అయోమయంగా ఉంది సుమీ!



అయినా ఉపయోగపడుతుంది.

రెండు కళ్ల నుండి వచ్చే వేరు వేరు దృశ్యాలని మనసు కలిపి వస్తువుల దూరాలని నిర్ణయిస్తుంది. ఇలా రెండు దృశ్యాలని కలపడాన్నే ద్విచక్షు దృష్టి (stereo vision) అంటారు. దీని వల్లనే త్రిమితీయ ప్రపంచాన్ని దర్శించగలుగుతున్నాం.



పైన కనిపిస్తున్న రెండు కిటికీల మధ్య ఒక బిందువు మీద దృష్టి నిలవండి. ఇప్పుడు దృష్టిని క్రమంగా కాగితంలోపలికి పోనివ్వండి. మూడు కిటికీలు కనిపించే దాకా అలాగే చెయ్యండి. ఇప్పుడు మధ్యలో ఉన్న కిటికీలో ఏం కనిపిస్తోంది?

మన ద్వీపక్షు దృష్టి సమీపంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కొలవడంలో పనికొస్తుంది గాని ఓ కిలోమీటర్ దూరంలో ఉన్న వస్తువుల దూరాలు కచ్చితంగా అంచనా వెయ్యడానికి పనికిరాదు.



అడ్డొచ్చిన తారలని చందమామ అడ్డొచ్చే అవకాశమే లేదు.

ఓ.పీ. కన్నా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న తారలు రెండు కక్షలో ఒక్క విధంగా ప్రసరిస్తాయి. ఆ చుట్టుప్రక్కల చాలా దూరంలో ఉన్నాయని మాత్రం తెలుసుకోగలం అంటే, మన ద్వీపక్షు దృష్టి ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు తెలుసుకోవడానికి పనికి రాదు.

జ్యోమితిలో బాగా అరితేరిన ప్రాచీన గ్రీకులు దృష్టి విక్షేపం సహాయంతో దూరాలు తెలుసుకునే పద్ధతి కనిపెట్టారు.

ద్విపక్ష దృష్టి అంత గొప్పదేం కాదు. కాని పనికొస్తుంది.



దూరదూరంగా ఉన్న రెండు బిందువుల నుండి ఒక దృశ్యాన్ని చూస్తారు. ఆ రెండు బిందువుల మధ్య దూరం మన కక్ష మధ్య దూరం కన్నా ఎక్కువ అన్న మాట. అలా కనిపించిన రెండు చిత్రాల మధ్య తేడాని బట్టి లక్ష్యం దూరాన్ని అంచనా వేస్తారు.

ఓడకి, బైట్ ఫోటోకి మధ్య 32 డిగ్రీల ఎడం ఉంది.

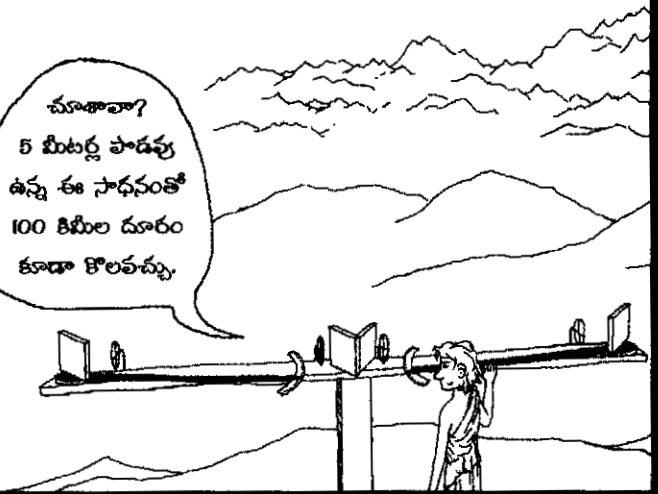
కాని ఇక్కడి నుంచి చూస్తే 32 డిగ్రీల 20 నిమిషాల ఎడం ఉంది.



అంటే ఆ ఓడ తీరం నుండి 6 ఫైట్ల దూరంలో ఉండి ఉండాలి.

చూసే బిందువుల మధ్య దూరం పెరుగుతున్న కొద్దీ, కొలిచే దూరం కూడా పెరుగుతూ ఉంటుంది.

చూశావా? 5 మీటర్ల పొడవు ఉన్న ఈ సాధనంతో 100 కిమీల దూరం కూడా కొలవవచ్చు.



ఈ దృష్టి విక్షేప పద్ధతితో ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు కొలవాలంటే చూసే బిందువుల మధ్య వేల కిలోమీటర్ల ఎడం ఉండాలి.

సాయంత్రం ఒకటి, తెల్లారే ఒకటి, రెండు కొలతలు తీసుకున్నాం అనుకుందాం. భూమి ఆకృత్యమణం వల్ల రాత్రికి రాత్రి కొన్ని వేల కిమీలు కదులుతాం.



బ్రహ్మాండమైన ఆలోచన. అలాగే ఆరు నెలల ఎడంలో కొలతలు తీసుకుంటే? ఆ రెండు ఇందువుల మధ్య దూరం సూర్యుడి చుట్టూ భూమి కక్ష యొక్క వ్యాసం అంత ఉంటుంది.



దీన్నే వార్షిక విక్షేపం అంటారు. తొలి రోజుల్లో, అంటే భూమి కక్ష్య వ్యాసం తెలిసి రోజుల్లో, ఈ వార్షిక విక్షేపం సహాయంతో కేవలం సాపేక్ష దూరాలు మాత్రమే కనుక్కునేవారు.

నా అంచనాల ప్రకారం సాటర్న్ కక్ష్య భూమి కన్నా తొమ్మిది రెట్లు పెద్దది. అంటే దాని అసలు వ్యాసం ఎంత?

18 ఖగోళ ఏకాంశాలు (AU). ఇంతకీ తారల విక్షేపం గురించి ఏమైనా తెలిసిందా?

తారల విక్షేపం తెలుసుకోవడానికి భూమి కక్ష్య యొక్క వ్యాసం సరిపోదు. తారలు మరీ ఎక్కువ దూరంలో ఉన్నాయి. కాని ఆ అన్వేషణ సాగుతూనే ఉంది.

ఇలా ఉండగా ఒక సమయంలో తారలలో జరిగిన
ఓ విచిత్రమైన చర్య ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకుంది.

ఎంత ప్రకాశవంతమైన
తార! మరి నిన్న
అప్పుడే లేడే.



అప్పుడు,
తారామండలంలో
ఎప్పుడూ పూర్వం లావు.



1572లో టైకో ఓ ప్రకాశవంతమైన తారని కనుక్కున్నాడు.

అరి! ఇంతకీ ఆ నోవా ఏమి?



వచ్చిన దారిని
పోయింటుంది.

ఆ తరువాత కొన్ని దశాబ్దాల పాటు ఎన్నో నోవాలు (అంటే 'నవ్య' అని, అంటే కొత్త తార అని అర్థం) కనిపించాయి. కనిపించిన కొద్ది రోజుల్లోనే కొన్ని మాయమయ్యాయి. కొన్ని కనిపిస్తూ, మాయమవుతూ ఉన్నాయి.

తారలలో ఈ చర్యలు ఖగోళశాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకున్నాయి.
ఆ సమయంలోనే కొత్తగా కనిపెట్టిన దూరదర్శినితో పని
మరింత సులభం అయ్యింది.

చిత్రంగా ఉండే
తారల ప్రకాశం
పూర్వతా ఉంది.



కొన్ని అలాగే
ఉన్నాయి.

తారలలో జరిగే ఈ చర్యలని ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు అంతదరకు ఎందుకు
కనిపెట్టలేకపోయారు? ఒకటేటంటే, ప్రచారవంతమైన తారల
ప్రకాశం చూత్రం స్థిరంగానే ఉంది. దూరదర్శిని రాకముందు తారల
ప్రకాశంలో మార్పులు గమనించడం కష్టం. పైగా బోలెడు రోజుల
సులపీ కూడా తారామండలం నిశ్చలంగా ఉండేదని సమ్మతా
వచ్చారు. మార్పు లేని తారలచే గుర్తించగలిగిన మార్పు ఉండడం
అసంభవం. కాని నోవా కనిపించిన తరువాత దర్శిత్తి పూర్తిగా
మారిపోయింది. ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు చుట్టే తారలని పరిశీలించడం
మొదలుపెట్టారు.

తారలలో చర్యల కోసం వెతకడం మొదలుపెట్టాక అది
ఇందుగలదంటుంటే దృష్టు ఉపయోగపడింది. చివ్వు ఈ 'చలచల
తారల'తో కిటికీపాడుతూ కనిపించింది.

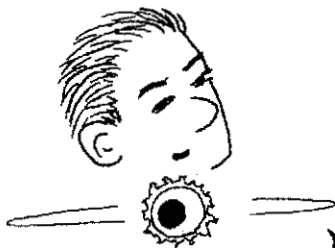
కొన్ని తారలు ప్రత్యేక క్రమం లేకుండా మారుతూ కనిపించాయి. కొన్ని కచ్చితమైన ఆవృత్తితో మారుతున్నాయి.
వీటి గురించి ఇంకా తెలుసుకోవాలని వైజ్ఞానిక లోకం తహతహలాడింది. ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు రకరకాల వివరణలిచ్చారు.



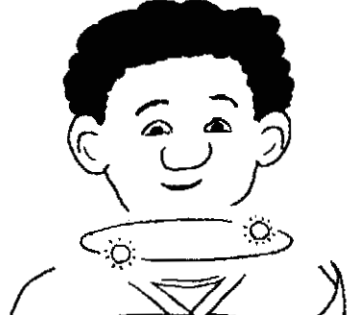
తారలు కూడా
స్వయంబుద్ధిలాంటివే. అయితే
దూరంగా ఉన్నాయి.



సూర్యబిందువుల
లాంటివే తారలలోనూ
ఉండడం వల్ల వాటి
ప్రకాశం మారుతోంది

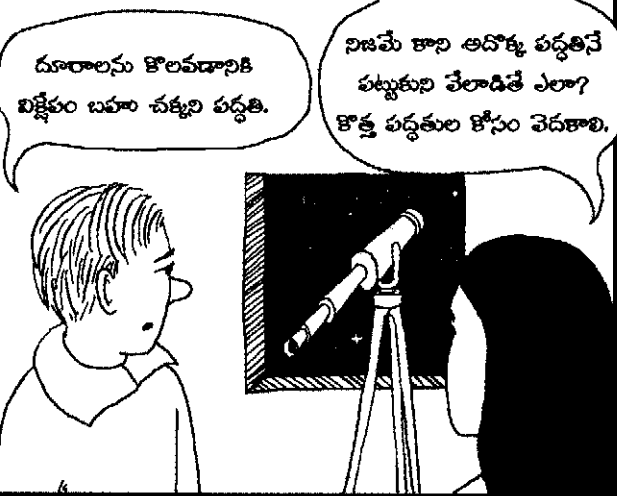


కొన్ని తారల చుట్టూ గ్రహాలు
ప్రదక్షిణ చెయ్యడం వల్ల గ్రహాలు
అడ్డొచ్చి ప్రకాశం మారుతోంది.



ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి
తిరుగుతున్న రెండు
తారలు చూశాను, అది
బీర్తవ్యశాస్త్రం కక్షలో.

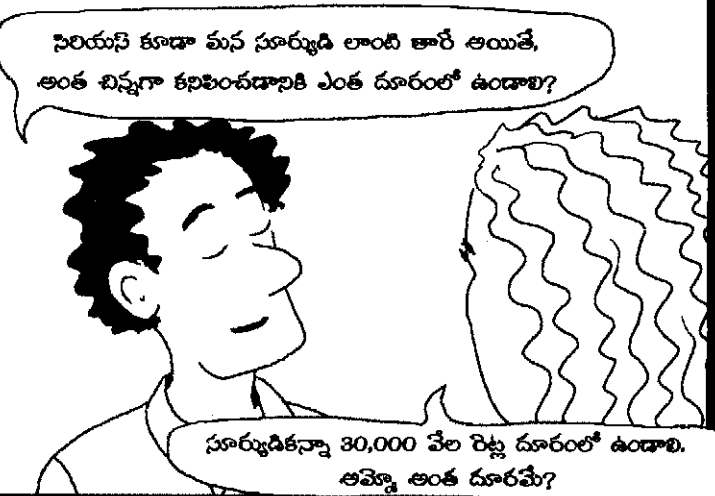
తారల విషయంలో విక్షేపం కనిపెట్టడం అసంభవం అని అంతా పెదవి విరిచారు. ఇలా ఉండగా కొన్ని కొత్త పరిణామాలు జరిగాయి.



దూరాలను కొలవడానికి విక్షేపం బహు చక్కని పద్ధతి.

నిజమే కాని అదొక్క పద్ధతినే పట్టుకుని వేలాడితే ఎలా? కొత్త పద్ధతుల కోసం వెదకాలి.

1650ల నడిమి కాలంలో క్రిస్టియన్ హయ్యెన్స్ అనే డచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త సిరియస్ తారకి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని అంచనా వేశాడు.

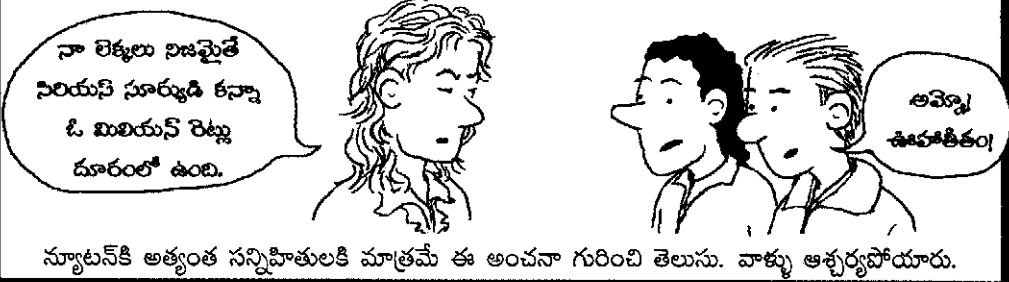


సిరియస్ కూడా మన సూర్యుడి లాంటి తారే అయితే, అంత చిన్నగా కనిపించడానికి ఎంత దూరంలో ఉండాలి?

సూర్యుడికన్నా 30,000 వేల రెట్లు దూరంలో ఉండాలి. అయ్యో, అంత దూరమే?

హయ్యెన్స్ సమ్యక్వానికి అసలు ఆధారాలే లేవు. పైగా అతడి పద్ధతి కొంచెం మోటుగా ఉంది. అసలు సూర్యుడు ఎంత దూరంలో ఉన్నాడో కూడా ఆ రోజుల్లో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి తెలీదు. కానీ ఆ అంచనా చల్ల విశ్లేషణ చాలా పెద్దది అన్న అవగాహన జనులలో పెరగసాగింది.

అలాంటి నమ్మకాలనే ఆధారంగా చేసుకుని న్యూటన్ కూడా సిరియస్ తార దూరం అంచనా వేశాడు.

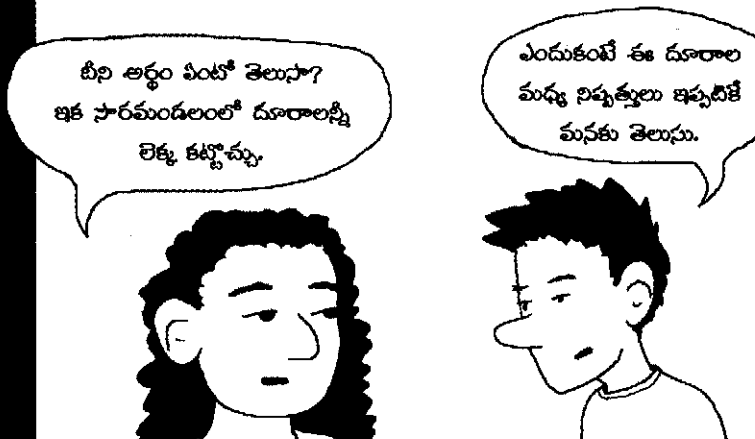


నా రెక్కలు నిజమైతే సిరియస్ సూర్యుడి కన్నా ఓ మిలియన్ రెట్లు దూరంలో ఉంది.

అయ్యో! ఊహాతీతం!

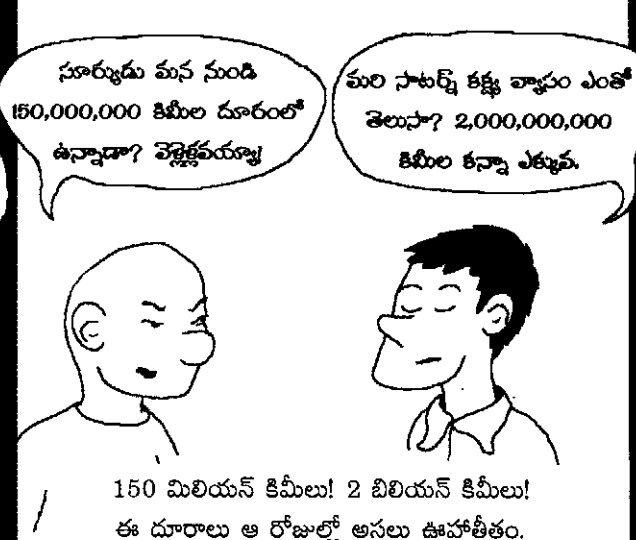
న్యూటన్ కి అత్యంత సన్నిహితులకి మాత్రమే ఈ అంచనా గురించి తెలుసు. వాళ్ళు ఆశ్చర్యపోయారు.

1671లో ఇటాలియన్-ఫ్రెంచ్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త గియోవానీ కాసిని భూమికి మార్స్ గ్రహానికి మధ్య దూరం అంచనా వేశాడు.



బీబి అర్థం ఏంటో తెలుసా? ఇక సారమండలంలో దూరాలన్నీ రెక్క కట్టొచ్చు.

ఎందుకంటే ఈ దూరాల మధ్య నిష్పత్తులు ఇప్పటికే మనకు తెలుసు.



సూర్యుడు మన నుండి 150,000,000 కిమీల దూరంలో ఉన్నాడా? వెళ్లెళ్లవయ్యా!

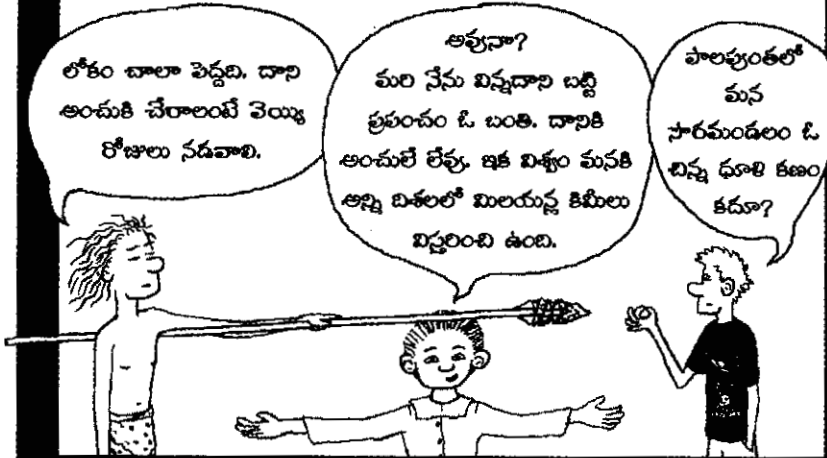
మరి సాటర్న్ కి క్షణ వ్యాసం ఎంతో తెలుసా? 2,000,000,000 కిమీల కన్నా ఎక్కువ.

150 మిలియన్ కిమీలు! 2 బిలియన్ కిమీలు! ఈ దూరాలు ఆ రోజుల్లో అసలు ఊహాతీతం.

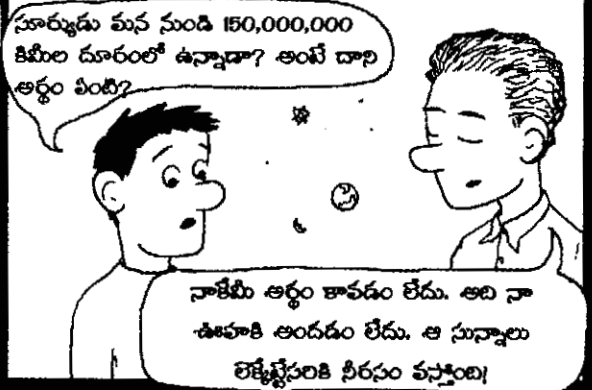
మన సారమండలమే అంత పెద్దదైతే, చక తారలు ఉన్న చుట్టూగోళం, ఆ తారామండలం ఎంత పెద్దదో? సూర్యుడే ఆ దూరం 2,000,000,000,000,000 కిమీలు అని అంచనా వేశాడు.

నిజంగానే తారలన్నీ ఓ గోళానికి అతుక్కుంటు ఉన్నాయా? లేక మన నుండి వివిధ దూరాలలో విస్తరించి ఉన్నాయా? అదే నిజమైతే ఈ విశ్లేషణ పరిమాణం ఎంత?

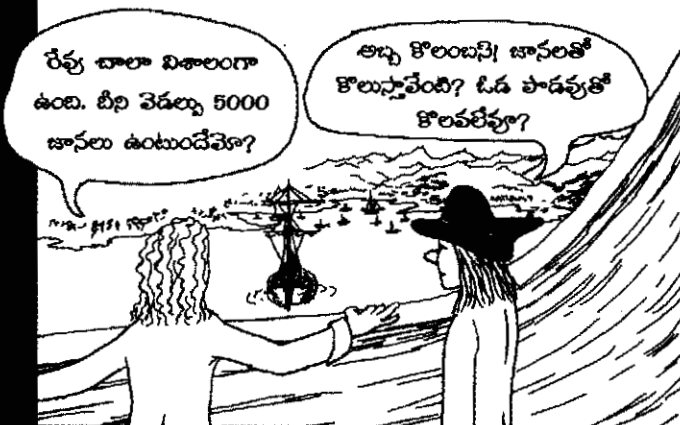
ప్రపంచం చాలా పెద్దదని అందరూ ఒప్పుకునేవారు. కాని ఎంత పెద్దది? ఈ విషయంలోనే ప్రాచీన కాలంలో భిన్నాభిప్రాయాలు ఉండేవి.



చరిత్రలో ఎన్నోసార్లు మనుషులకి తాము ఊహించిన దాని కన్నా విశ్వం చాలా పెద్దది కావచ్చున్న ఆలోచన వచ్చింది. కాని అది వారి ఊహాకి అందలేదు.



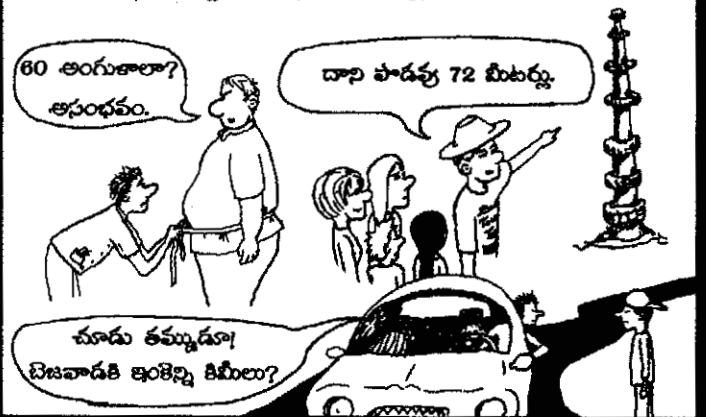
ఇతర భౌతిక రాశుల లాగానే దూరాన్ని కొలవడానికి ఒక ప్రమాణం ఉండాలి. ఒక తెలిసిన దూరాన్ని - అంటే ఏకాంకాన్ని - వాడి ఇతర దూరాలని కొలుస్తారు.



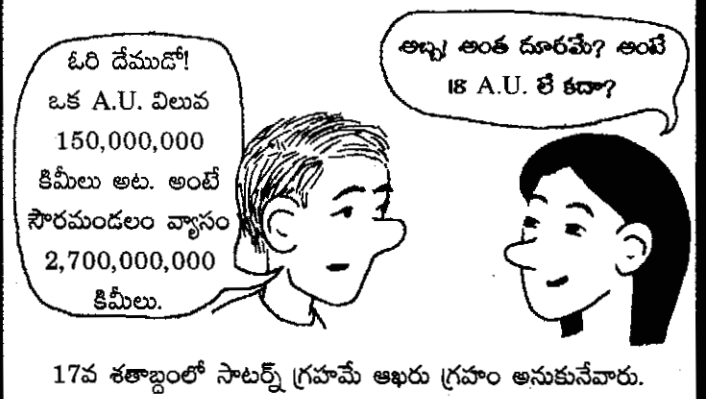
సౌరమండలాన్ని పరిగణిస్తున్నప్పుడు సూర్యుడికి, భూమికి మధ్య దూరాన్ని ప్రమాణంగా తీసుకున్నారు. ఆ దూరాన్నే ఖగోళ ఏకాంకం లేదా A.U. అంటారు.



సందర్భాన్ని బట్టి ఒక్కొక్క ఏకాంకాన్ని వాడుతూ వస్తాం.



కాని చిత్రం ఏంటంటే A.U. వాడుక మొదలైన నాటికి అసలు దాని విలువ తెలీదు. కాని గ్రహాల దూరాల నిష్పత్తులు అప్పటికే తెలుసు కాబట్టి A.U. చక్కగా పని చేసింది. తరువాత 1672లో A.U. విలువ మైక్లలో వ్యక్తం చేశారు. అప్పట్నుంచి A.U. సౌరమండలంలో ఓ సహజ ఏకాంకంగా మారింది.

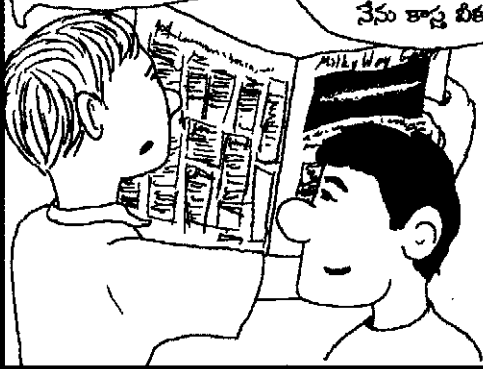


17వ శతాబ్దంలో సాటర్న్ గ్రహమే ఆఖరు గ్రహం అనుకునేవారు.

గ్రహాంతర దూరాలకి A.U. బాగానే సరిపోయింది.
కాని మరి తారామండలంలో దూరాలకో?

నీకు తెలుసా? పాలపుంక
గెలాక్సీ వ్యాసం 1,000,000,000
A.U.ల కన్నా ఎక్కువంటుంది.

అంత పెద్ద సంఖ్యలు
నాకు అర్థం కావు.
సున్నాలు లెక్కింపడంలో
నేను కాస్త బిక్కు!



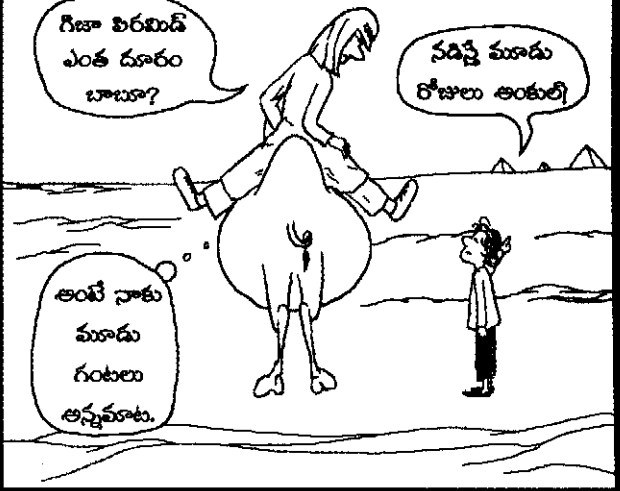
తారల
దూరాలను
పూర్వం
చెప్పుడానికి
ఒక కొత్త
ప్రమాణం
అవసరం
పడ్డాయి.
ఏమిటా
ప్రమాణం?

మనుషులకి ప్రయాణాలు చెయ్యడం అంటే ఇష్టం. ప్రాచీన కాలం
నుండి దూరాన్ని యాత్రాకాలంతో కొలవడం ఒక ఆనవాయితీ.

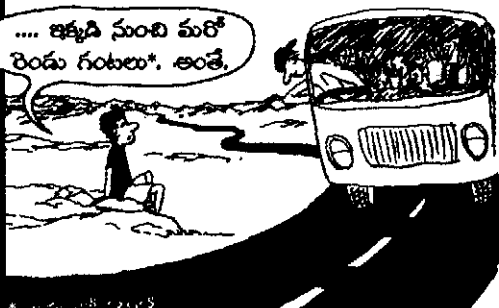
గీజా పిరమిడ్
ఎంత దూరం
బాబూ?

నడిస్తే మూడు
రోజులు అంకుల్!

అంటే నాకు
మూడు
గంటలు
అన్నమాట.



దూరాన్ని యాత్రా కాలంతో కొలిచే
అలవాటు ఇప్పటికీ ఉంది.



* అన్నాలో వెళ్ళడం

అలాగే ఖగోళ దూరాలని కూడా యాత్రాకాలంతో కొలవగలమా?

ఏంటి? అంతరిక్షంలో
ప్రయాణించేదామనే?

తిక్కగా మాట్లాడకు. అంతరిక్షంలో
మనం ప్రయాణించనక్కర్లేదు. అందుకు
చేరే ఒకటి ఉంది.

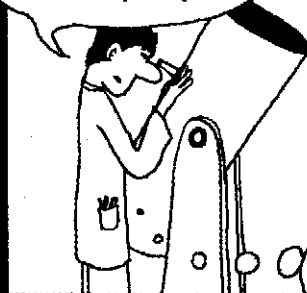


మనకు జరిగే
చరిత్ర
ఒక
విప్లవాత్మకమైన
ఉన్నాడు
అదే కాంతి.

కాంతి బ్రహ్మాండమైన వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది.
కాంతి వేగాన్ని కొలవడం కోసం శాస్త్రవేత్తలు
ప్రయోగాలు చేశారు.

జూపిటర్ చందమామల మీద
పడే జూపిటర్ నీడని బట్టి సూర్యుడి
నుండి తెలువడే కాంతి భూమిని
చేరడానికి ఎనిమిది నిమిషాలు
పడుతుందని తెలిసింది.

అంత వేగమా? ఈ లెక్కన
కాంతి నిరయనిని చేరడానికి
8 ఏళ్ళు పడుతుంటుంది.



అమ్మో అంత దూరమే?

కాంతి ఒక సంవత్సర కాలంలో ప్రయాణించే దూరాన్నే
కాంతి సంవత్సరం అంటారు. తారాదూరాలని కొలవడానికి అదొక
చక్కని ప్రమాణంగా పనికొచ్చింది.

విన్నావా? పాలపుంక వ్యాసం
లక్ష కాంతిసంవత్సరాలంటుంది.

విన్ను తిరిగిపోయేటంత దూరం.
పోస్తే కనీసం ఇప్పుడు సున్నాలు
లెక్కపెట్టడం అంత కష్టం కాదు.



సెంటిమీటర్ భూమి చుట్టూ కాంతి 7 సార్లు తిరుగుతుంది.
అంటే సెంటిమీటర్ వలన భూమి తిరుగుతుంటే ఏమంటుంది.
9,000,000,000,000 సెంటిమీటర్ లేదా 60,000 A.U.లు!

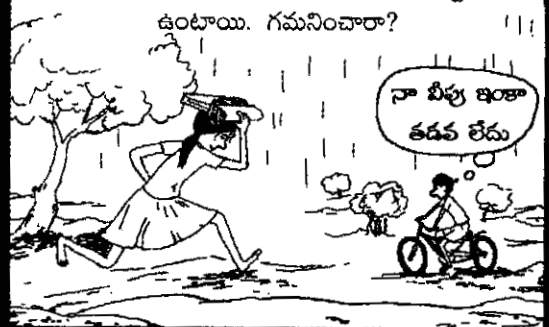
ఒక పత్తు
ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు
తారా విక్షేపం కోసం
ప్రయత్నిస్తుంటే,
మరో పత్తు కొన్ని
ముఖ్యమైన
చరితామూలు
ఆరుగుతున్నాయి.

1728లో జేమ్స్ బ్రాడ్లీ ఒక ముఖ్యమైన విషయాన్ని గుర్తించాడు...

భూమి అంతరిక్షంలో వేగంగా
దూసుకుపోతుంటే కాబట్టి భూమి
మీద కాంతి మామూలుగా కన్నా
కొద్దిగా చాలుగా
పడుతుంది. ఈ కారణం వల్ల
మనకి కనిపించే ఖగోళ వస్తువుల
స్థానాలలో సూక్ష్మమైన తేడా
ఉంటుంది.



వర్షపు చినుకులు నేరుగా కిందకి పడుతున్నా,
మనం పరుగెత్తుతుంటే వాలుగా పడినట్టు
ఉంటాయి. గమనించారా?



గత సమాచారాన్ని నిశితంగా విశ్లేషిస్తే తారల స్థానాలలో
భూమి చలనం వల్ల కాస్తంత వ్యత్యాసం ఉన్నట్టు కనిపించింది.

బ్రాడ్లీ నువ్వు
నిజంగా మేధావివి. దీని
ఆర్థం ఏంటో తెలుసా?
భూమి అంతరిక్షంలో
దూసుకుపోతోందని
మనకిప్పుడు
ఆధారం
దొరికింది.



కాని బిళ్ళేంటంటే గతంలో తీసుకున్న
సమాచారాన్ని మళ్ళీ కొత్తగా విశ్లేషించాలి! షే!

దోషాన్ని కలిగించే మరో కారణాన్ని 1748లో బ్రాడ్లీ కనిపెట్టాడు.

భూమి అక్షం కూడా నెమ్మదిగా
కదులుతోంది.

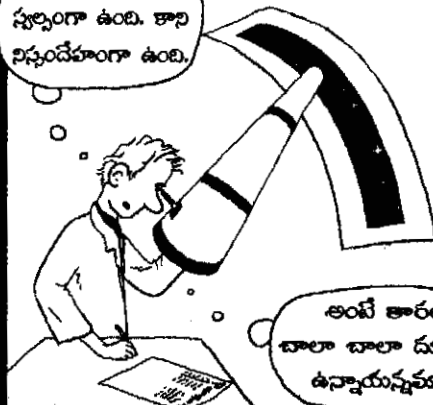
ఇప్పుడు పాత సమాచారాన్ని
అంతా మళ్ళీ సరిదిద్దాలి
అంటావా?



ఇప్పుడు
కష్టంగానే
అనివించొచ్చు
కాని నిర్ధారణలు
ఇలాగే విశాసం
చెందుతాయి.

ఈ సవరణల వల్ల కొంచెం అలస్యం అయినా
వివరికి మంచికే అయ్యింది. 1838లో
జర్మన్ ఖగోళవేత్త ఫ్రీడ్రిక్ బెసెల్
తారా విక్షేపం కనుక్కున్నాడు.

విక్షేపం చాలా
స్వల్పంగా ఉంది. కాని
నిస్సందేహంగా ఉంది.



అంటే తారలు
చాలా చాలా దూరంలో
ఉన్నాయన్నమాట.

మారదర్శినిలో కొన్ని
అధునాతన సవరణలు
జరగకపోయి ఉంటే,
బెసెల్ తారా విక్షేపాన్ని
కనుక్కోలేకపోయేవాడు.
పైగా తన అదృష్టం
బాగుండి విక్షేపం గల
ఒకడు కొద్ది తారలలో
తనకు కనుక్కున్న తార
ఒకటయ్యింది.

త్వరలోనే కుప్పలు తెప్పలుగా ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు
తారా విక్షేపాన్ని కొలుస్తూపోయారు.

కాని చాలా మటుకు
తారలకి అసలు
విక్షేపమే లేదు.



అంటే మనకి
దగ్గరలో (అంటే
లక్ష బిలియన్స్
కిమీల దూరంలో)
ఉన్న తారలు
చాలా తక్కువ
అన్నమాట.

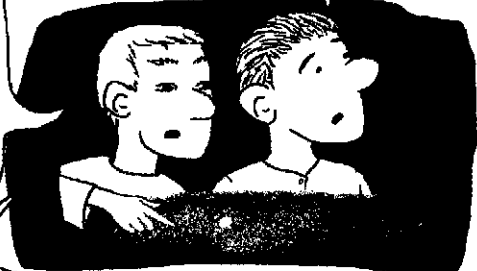


అది 'దగ్గర' అంటావా?

అతి దగ్గర తారలు కూడా సొరడుండాలి
అంటున్నా కొన్ని వేల రెట్లు దూరంలో ఉన్నాయి.

గెలీలియో దూరదర్శిని వల్ల కంటికి కనిపించే తారల కన్నా ఆకాశంలో చాలా చాలా ఎక్కువ తారలు ఉన్నాయన్న సత్యం తెలిసింది. 1700ల నడిమి కాలంలో విలియమ్ హెర్షెల్ అనే ఓ యువ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఆకాశంలో తారలు విస్తరించిన తీరుని అధ్యయనం చేశాడు. అతడి విశ్లేషణలో కొన్ని అసక్తికరమైన విషయాలు బయటపడ్డాయి.

ఇదుగో తెలుసా? మన పాలభ్రంశ గెలాక్సీలో పది బిలియన్ తారలు ఓ పక్షం ఆకాశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పక్షం మధ్యలో మనం ఉన్నాం.



అవి తారలా? మరి పొగమంచులా కనిపిస్తుండేం?

ఓహో అదా? మనకి ప్రత్యేక తారలుగా కనిపిస్తున్నవి కాస్త దగ్గరగా ఉన్న తారలు. అవి మన చుట్టూ ఉన్నాయి. పొగమంచులా కనిపిస్తున్న తారలు పక్షం అంచు బిళ్ళగా ఉన్నాయి. అవి మన చుట్టూ ఓ వలయంలా ఏర్పాటై ఉన్నాయి.

ఈ పాలభ్రంశకే గ్రీకు పేరు గెలాక్సీ అని పెట్టారు.

కానీ గెలాక్సీ నిజంగా ఎంత పెద్దదో హెర్షెల్ తెలుసుకోలేకపోయాడు.

గెలాక్సీకి సరిగ్గా మధ్యలో సౌరమండలం ఉందని అనుకుని పొరబడ్డాడు.

కానీ యుఖ్యమైన విషయం ఏమిటంటే హెర్షెల్ అప్పటికి తెలిసిన విస్తారం యొక్క పరిమాణం బృహత్ స్థాయిలో ఎలా ఉంటుందో తెలుసుకోగలిగాడు.

పక్షంలో విస్తరించి ఉన్న తారల సమూహమే విస్తారం. గెలాక్సీలో అన్ని తారలలో మన సూర్యుడు కూడా ఒక తార మాత్రమే.

విస్తారం పట్ల బలంబడి అడుగాడున ఓ 150 ఏళ్ల పాటు నెలకొంది.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో, బెసెల్ తారా విశ్లేషాన్ని కనుక్కున్న తరువాత విశ్వం యొక్క పరిమాణం గురించి మళ్లీ ఆలోచన బయలుదేరింది.

ఈ గెలాక్సీ పరిమాణాన్ని కొలిచేదెలా?

ఎలాగంటూవా? మొత్తం తారల సంఖ్య తెలిస్తే వాటి మధ్య దూరాలన్నీ తెలిస్తే...



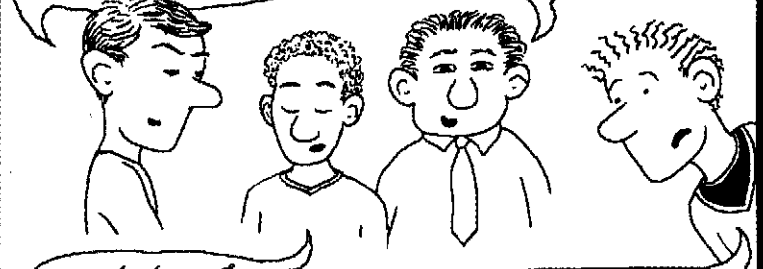
ఈ అంచనా కొంచెం మోటైనదే అయినా విశ్వ వ్యాసాన్ని సూచించే ఓ కచ్చితమైన విలువ దొరికింది.

మొత్తం 10 బిలియన్ తారలు ఉంటే, ఇరుగు పొరుగున ఉన్న తారల మధ్య సగటున 5-10 కాంతి సంవత్సరాల దూరం ఉంటే....

మొత్తం గెలాక్సీ వ్యాసం 5-10 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.

దాని మందం 1-2 వేల కాంతిసంవత్సరాలు ఉంటుంది.

ఇది దారుణం. మీరు మరి ఎక్కువ అంచనా వేస్తున్నారు.

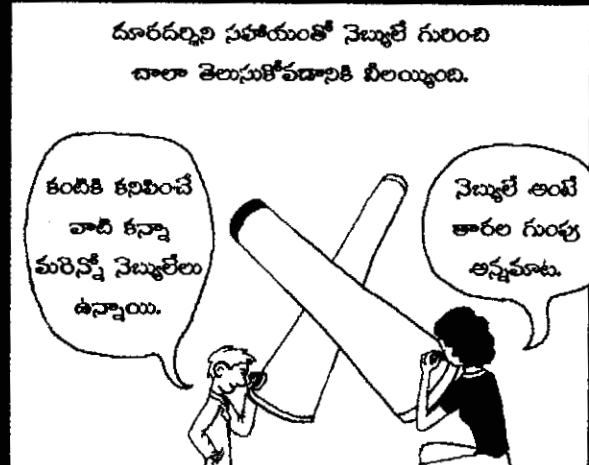
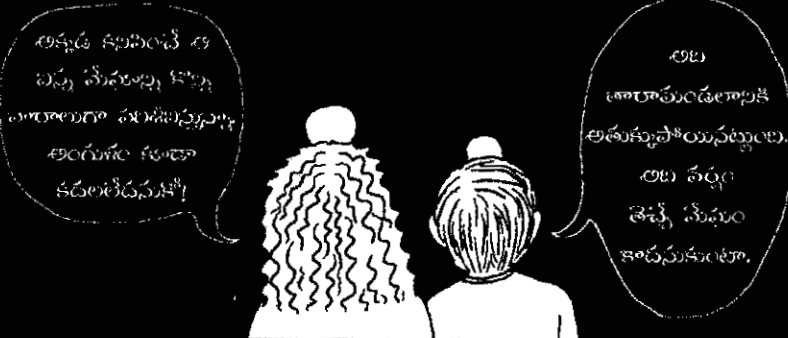


కానీ అది నిజం కాదు. గెలాక్సీ వ్యాసం యొక్క ఈ ప్రప్రథమ అంచనాలు, దాస్తడం కన్నా బాగా తక్కువ. మరింత శక్తివంతమైన దూరదర్శినిల సహాయంతో చేసిన మరిన్ని కొత్త అవిష్కరణల వల్ల పాలభ్రంశ అనుకున్న దాని కన్నా చాలా పెద్దదని తెలిసింది.

ప్రస్తుత అంచనాల ప్రకారం పాలభ్రంశంలో రూపొంది 200,000,000,000 తారలు ఓ పెద్ద పక్షం ఆకాశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఆ పక్షం వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు. పక్షం మధ్యలో దాని మందం 10,000 కాంతి సంవత్సరాలు.

ఒక మన సౌరమండలం ఆ పక్షంలో కేంద్రానికి అంచుకి మధ్యగా చక్కచెట్టో ఉంటుంది.

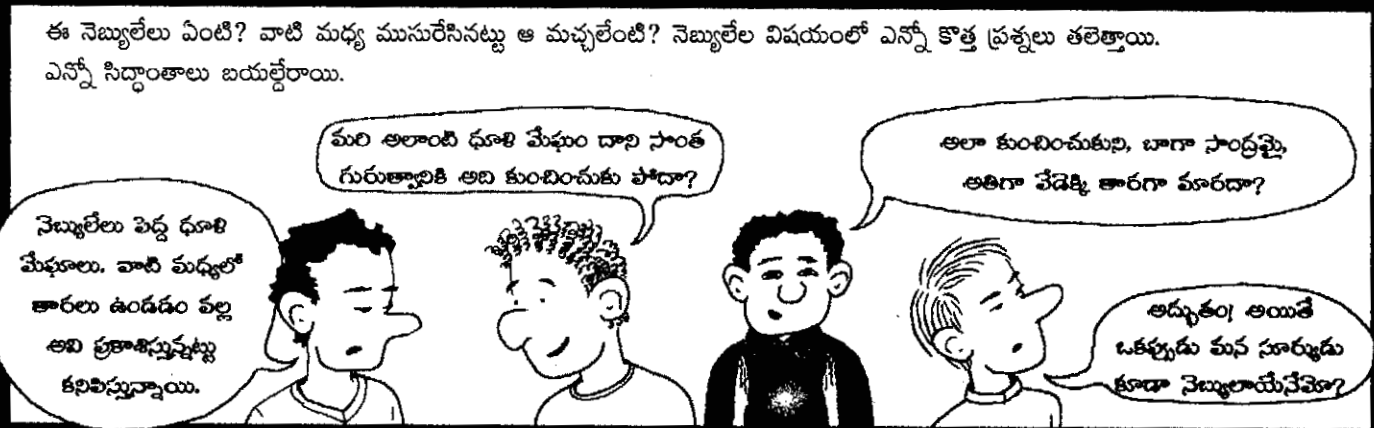
చందమామ, గ్రహాలు, తారలు, పాలపుంత - ఇవి రాక ఓకటి ఆకాశంలో
అత్యుత్కృష్ట పరివసన ముట్టు తునకల్లాగా ఏదో కనిపిస్తాయి. వీటిని నెబ్యులే
అంటారు (దీని ఏకదశగల నెబ్యులా - అంటే లాటిన్ లో ముట్టు).



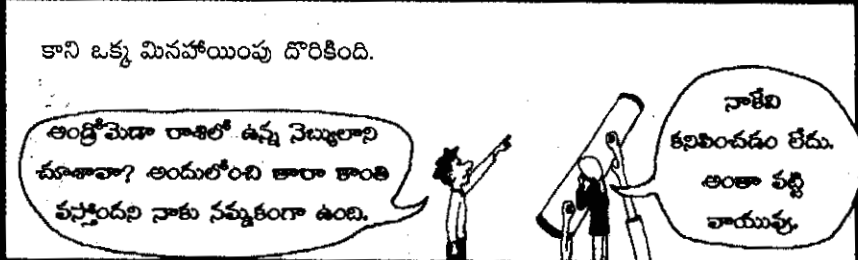
మరిత శక్తివంతమైన దూరదర్శనులతో చూసిన నెబ్యులేలు మేఘాల్లాగే చూసకగా కనిపించెను.



ఆధునిక దూరదర్శనులతో నెబ్యులేలు ఇలా కనిపిస్తాయి.

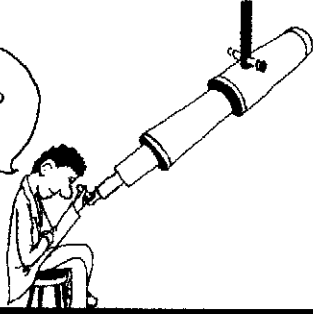


ఆకారంలో, పరిమాణంలో, ప్రకారంలో నెబ్యులాలో
గొప్ప వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. కాని ఈ తారాంతర
మేఘాల నుండి వచ్చే కాంతి, మామూలు తారల
నుండి వచ్చే కాంతికి మధ్య చాలా తేడా ఉంది.



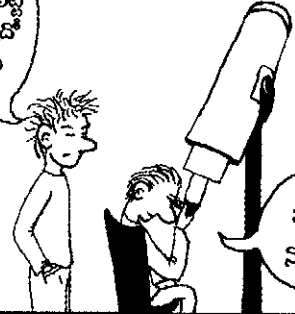
అండ్రోమెడా రాశిలో ఉన్న నెబ్యులాకి అండ్రోమెడా నెబ్యులా అని పేరు వచ్చింది.

అదుగో! అక్కడ నాకో చుక్క కనిపిస్తోంది. ఇంతవరకు దాన్ని ఎవరూ ఎందుకు గమనించలేదో?



కానీ ఆ చుక్క అంతలోనే మాయమయ్యింది.

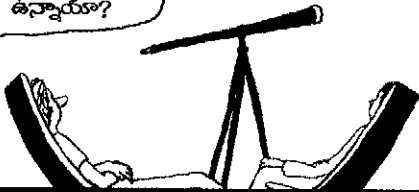
నాకేం కనిపించడం లేదు. అదంతా వట్టి వాయువు, మళ్ళీదో ఊహించుకుని ఉంటువు.



మరిజే అదో నోవా యేమో.

ఆ తరువాత కాలంలో తాత్కాలికమైన చుక్కలెన్నో అండ్రోమెడా నెబ్యులాలో కనిపించాయి.

ఈ నోవేలల్ని నెబ్యులాలో ఉన్నాయా? లేక మనం చూస్తున్న దృష్టి రేఖ మధ్యలో ఎక్కడో ఉన్నాయా?



దాన్ని కనుక్కనే మార్గం ఏదో ఉంటుంది.

హెబర్ కర్లెన్ అనే అమెరికన్ భౌగోళశాస్త్రవేత్త అకాసంలో నోవాలు కనిపించే తీరుని అధ్యయనం చేసి ఒక నిర్ణయానికి వచ్చాడు.

ఆకాశంలో ఆ చిన్న ప్రాంతంలో మరి ఎక్కువ నోవాలు కనిపిస్తున్నాయి. ఆ నోవాలు తప్పకుండా అండ్రోమెడా నెబ్యులాకి చెందినవే అయ్యుండాలి.



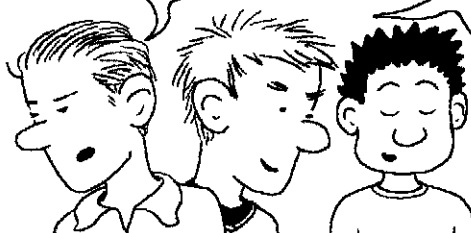
ఎప్పుట్లాగే ఎన్నో ప్రశ్నలు పుట్టాయి, సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడ్డాయి.

అయినా అంత బలహీనంగా ఎందుకు ఉన్నాయి? అవసరం నోవాలేనా?



అండ్రోమెడా నెబ్యులా ఎంత దూరంలో ఉందంటే అందులోని నోవాలు కూడా బలహీన తారలంత బలహీనంగా ఉన్నాయి.

అదెలా సాధ్యం? మళ్ళీ చెప్పేదే నిజం అయితే ఆ నెబ్యులా మన విశ్వం అంచులకన్నా దూరంలో ఉండాలి.



నెబ్యులా అంత దూరంలో ఉంటే అది తారా సమూహమో, వట్టి పేఘమో తెలుసుకోవడం కష్టం.

ఇదంతా వట్టి ఊహాగానం. మనకి బలమైన ఆధారాలు కావాలి.

1917లో ఎడ్విన్ హబుల్ అనే అమెరికన్ భౌగోళ శాస్త్రవేత్త అండ్రోమెడా నెబ్యులాలో అత్యంత బలహీనమైన తారలు పెద్ద సంఖ్యలో ఉన్నాయని కనుక్కున్నాడు.

పాలభ్రమంలో భాగం కావడానికి ఇది మరి దూరంలో ఉంది.



కొంపటిసి ఈ నెబ్యులా ఓ పూర్తి గెలాక్సీ కాదు కదా!

తెలిసిన సమాచారంతో అండ్రోమెడా నెబ్యులా ఓ పూర్తి గెలాక్సీ అన్న భావన సరిపోతోంది.

విశ్వం మనం అనుకున్న దాని కన్నా చాలా విచిత్రమైనది.



మనం ఊహించినదాని కన్నా చాలా పెద్దది.

ఆంధ్రోమెడా నెబ్బలా
నిజానికి ఓ గెలాక్సీ
మన పాలపుంత లాగానే.

మరైతే ఇప్పుట్టుంది దాన్ని
నెబ్బలా అనకుండా
ఆంధ్రోమెడా గెలాక్సీ అంటే
బావుంటుందేమో?

అధునాతన పరికరాలను, పద్ధతులను వాడి ఆంధ్రోమెడా నెబ్బలా
పాలపుంత లాగానే ఓ గెలాక్సీ అని, అయితే పాలపుంత కన్నా రెండు
రెట్లు పెద్దదని శాస్త్రవేత్తలు తెలుసుకున్నారు. అప్పుట్టుంది దాన్ని
ఆంధ్రోమెడా గెలాక్సీ అనే పిలవడం మొదలుపెట్టారు.

1952లో ఆంధ్రోమెడా గెలాక్సీ మన నుండి 2 మిలియన్
కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉందని అంచనా వేశారు.

ఆ దూరంలో
20 గెలాక్సీలని
పేర్కొన్నాడు.

అంత దూరమే.

విశ్వం మరి
విడ్డూరం.

విశ్వానికి
అంతే
లేదా?

విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా? దిమ్మ తిరిగిపోయే దూరంలో
రెండు గెలాక్సీలు అంతేనా? ఖగోళ శాస్త్రవేత్తల
అలోచనలు కొత్తదారులు తొక్కాయి.

మరిన్ని గెలాక్సీలు
ఉన్నాయంటావా?

విశ్వంలో
ఎప్పుడూ ఏదో
కొత్తవి కనిపిస్తూనే
ఉంటాయి.

త్వరలోనే మరిన్ని కొత్త గెలాక్సీలను కనుక్కున్నారు.

నేను
చెప్పలేదా?

విశ్వం
అంతా
విస్తరించిన
కోట్లాది
గెలాక్సీలలో
మన పాలపుంత
ఒక గెలాక్సీ

అయితే మన ప్రస్తుత విశ్వదర్శనం ఎలా ఉంది?

విశ్వం అంతా గెలాక్సీలు విస్తరించి ఉన్నాయి... 100,000,000,000 ఉంటాయేమో.
గుంపులుగా ఏర్పాటై ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క గెలాక్సీ గుంపులో వేలాది గెలాక్సీలు ఉన్నాయి.

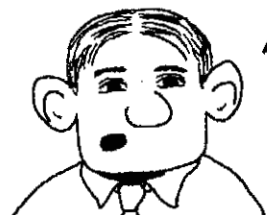
సగటు పరిమాణం గల గెలాక్సీలో 100,000,000,000 తారలు ఉంటాయేమో. సగటు
వ్యాసం లక్ష కాంతి సంవత్సరాలు.

మొత్తం విశ్వం వ్యాసం 200,000,000,000 కాంతి సంవత్సరాలు.

ఒక గెలాక్సీలో తారలని, ఒక గుంపులో ఉన్న గెలాక్సీలని వేరు చేస్తూ బ్రూహత్తరమైన శూన్యం
ఉంది. విశ్వంలో అధిక భాగం చట్టి శూన్యమే.

అది చాలా చాలా పెద్దది.
కాని మరి విశ్వంలో ఉన్నది ఇంతేనా?
అవును...

ప్రస్తుతానికి ఇంతే.
కాని ఏం తెలుసు? ఏదో ఒక్కనాటికి
ఈ బహుళ గెలాక్సీ విశ్వానికి
అంచుల వద్ద మరిదో వింత
కనిపిస్తుందేమో.



ఈ విశాల విశ్వంలో చురి చుస స్థానం ఏది? విశ్వమంతా వ్యాపించిన కోటాసుతోట్ల గెలాక్సీలలో చున భూమి, చున సౌరమండలం, చున పాలపుంత గెలాక్సీ ఎక్కడున్నాయి? ఎలా ఉన్నాయి?

రాత్రిపూట మనకి కనిపించే ఆకాశంలో అధికశాతం మనకి సమీపంలో ఉన్న తారలే. ఈ తారల నుండి ఈ గెలాక్సీల నుండి దూరంగా వెళ్లి అల్లంత దూరం నుండి ఈ విశ్వం మొత్తాన్ని చూడాలనుంది.

విశ్వంలో ఎక్కడికైనా ప్రయాణించే సామర్థ్యం ఉందనుకుందాం. భూమి నుండి వీలైనంత దూరానికి ప్రయాణించాం అనుకుందాం. గుంపులుగా చిన్న చుక్కలు కనిపిస్తాయి. అవి తారలా? గెలాక్సీలా?



రెండూ కాదు. ప్రతీ చుక్క ఓ గెలాక్సీల గుంపు. సగటు గుంపులో కొన్ని వేల గెలాక్సీలు ఉంటాయి. అలాంటి ఓ బిలియన్ గుంపులు విశ్వమంతా విస్తరించి ఉన్నాయి.

1,000,000,000
light years

ఇందులో మన భూమి ఎక్కడుందో చుద్దాం. మనం వచ్చిన దిశలో చూస్తూ అక్కడ ఓ చిన్న విశ్వభాగాన్ని గమనిద్దాం. ఆ భాగంలోకి జూమ్ చేస్తే అందులోని గెలాక్సీల గుంపుల్లో ఎన్నో వేరు వేరు గెలాక్సీలు కనిపిస్తాయి.

వీటిలో ఎక్కడో మన పాలపుంత కూడా ఉంది.

10,000,000
light years

నిజమే. ఇప్పుడు మన గెలాక్సీ చుట్టూ ఉన్న అంతరిక్ష ప్రాంతంలోకి జూమ్ చేద్దాం.

అన్ని ఇదుగో పాలపుంత. అదుగో అల్లంత దూరంలో ఉన్నదే ఆంధ్రోమెడా.

100,000
light years

ఇక మన సూర్యుడి కోసం వెతకాలి. ఈ సారి మళ్లీ మన సౌరమండలం దిశలో పాలపుంతలో ఒక భాగంలో జూమ్ చెయ్యాలి.

లాథం లేదు. కోకోల్లులుగా తారలు కనిపిస్తున్నాయి. ఇంకా లోపలికి జూమ్ చెయ్యాలి.

1000
light years

మన లక్ష్యం దిశగా మరో అడుగు వెయ్యాలి. ఇప్పుడు కొన్ని ప్రత్యేక తారలు కనిపిస్తున్నాయి.

అన్ని అదుగో సూర్యుడు. దాని పక్కనే ఉన్నది ప్రాకిమా సెంటారి.

10 light years
600,000 AU

ఎంత దూరం ప్రయాణించామో! కాని ఇంటికి చేరాలంటే ఇంకా చాలా దూరం ఉంది.

ఇంకా జూమ్ చేస్తే మన దృష్టి పథంలో ఒక్క తారే కనిపిస్తుంది - అదే మన సూర్యుడు.

అది మన సూర్యుడేనంటావా?
చుట్టూ గ్రహాలు కనిపించడం లేదే?

0.1 light years
6,000 AU



సౌరమండలంలోని అంశాలు కనిపించాలంటే ఇంకా దగ్గరగా వెళ్లాల్సి.

ఇప్పుడు కొన్ని చుక్కలు కనిపిస్తున్నాయి.
అవి బాహిర గ్రహాలు కావచ్చు.

60 AU



ఇక మన ఇంటి కోసం అంటే భూమి కోసం ఓ కన్నేసి ఉంచాలి.
మరి సౌరమండలంలోకి ప్రవేశిద్దామా?

అక్కడున్నది నాటర్ని అదుగో జూలిటర్.
ఆ చిన్న చుక్క మాట్లాడే... అదుగో భూమి!

0.6 AU
100,000,000 km



భూమి కనిపించాక ఇక మిగతా ప్రయాణం చాలా సులభం.

ఇప్పుటికే చాలా జాప్ చేశాం. అయినా భూమి కేవలం ఓ చుక్కలా కనిపిస్తోంది. అనంతమైన అంతరిక్షంలో ఓ ఒంటరి చుక్క మీద మనం అంతా నివసిస్తున్నాం అంటే ఆశ్చర్యంగా లేదా?

1,000,000 km



ఇంచుమించు వచ్చేశాం. చివరిసారిగా జూమ్ చేస్తే చాలు.

భూమి మీద బిగుతున్నాం!

10,000 km



మునుపట్లా కాంతిసంవత్సరం
ఇప్పుడంత అనువైన ప్రమాణంలా
కనిపించడం లేదు.

విశ్వం యొక్క వ్యాసం
10,000,000,000
కాంతి సంవత్సరాలట.

అంటే 10^{10}
కాంతి సంవత్సరాలు,
అంటే 10^{10} మీటర్లు.

ఈ
విశ్వదర్శనంలో
కాంతికి
ఏ
ప్రత్యేక
స్థానం
ఉంది.

కాంతి సమయంతో వ్యక్తం అయ్యే దూరం, ఆ దూరాన్ని
దాటడానికి కాంతికి పట్టే సమయాన్ని సూచిస్తుంది.

ప్రస్తుతం మనకి కనిపించే
ఆండ్రోమెడా 2,000,000
సంవత్సరాల క్రితం ఇలా
ఉండేది అన్నమాట.

అవును, ఎందుకంటే
ఆండ్రోమెడా నుండి మనకు
చేరడానికి కాంతికి అంత
సమయం పడుతుంది.

మరి 2,000,000 ఏళ్ల
క్రితం అలా ఉంటే,
ప్రస్తుతం ఎలా ఉంటుందో?

పెద్ద తేడా ఉండకపోవచ్చు,
కొన్ని మిలియన్ల సంవత్సరాలలో
గెలాక్సీలలో పెద్ద మార్పు రాదు.
కాని కచ్చితంగా చెప్పలేం.

ఆంతరిక్షంలోకి ఎంత దూరంలోకి చూస్తే కాలంలో
అంత గతానికి పోతున్నాం అన్నమాట.

ఇవి విశ్వంలో అత్యంత
దూరమైన వస్తువులు.

అంటే అవి అత్యంత
ప్రాచీనమైన వస్తువులు
కూడా అయ్యుండాలి.

ఈ అత్యంత దూరమైన వస్తువులని క్వాసార్లు అని పిలుస్తారు.
కొత్తగా పుట్టిన విశ్వంలో అవి యువ గెలాక్సీలు అయ్యుంటాయి.
వాటి దూరం అంత ఎక్కువ కావడం వల్ల వాటి ఆకారం పెద్దగా తెలీదు.

మన ప్రస్తుత అవగాహన బట్టి అతి దూరంలో
ఉన్న క్వాసార్లు విశ్వావధాన్ని సూచిస్తాయి.
వాటికి అవతల ఏమీ కనిపించడం లేదంటే
బహుశ అవతల ఇంకేమీ లేదన్నమాట.

ఒక్కటి మాత్రం నిజం.
మన దూరదర్శిమలలో కనిపించే క్వాసార్లకి,
వాటి నిజస్వరూపానికి
మధ్య చాలా తేడా ఉంటుంది.

ఆకారమే కాదు, వాటి స్థానం
కూడా మారిపోతుంది. మనం
ప్రస్తుతం చూసేవి జియన్స్
సంవత్సరాల నాటి భూరాశి!

సమంజసంగానే ఉంది కదూ?

ఏం తెలుసు?
ఏదో ఒక రోజు...

భగోళ శాస్త్ర చరిత్ర నుండి మనం తెలుసుకున్నది
ఏదైనా ఉండంటే అది... ఏ సిద్ధాంతమూ
చరమ సిద్ధాంతం కాదు.

400 ఏళ్ల క్రితం గెలీలియో దూరదర్శినిని వాడడం మొదలుపెట్టిన దగ్గర నుండి ఆ పరికరానికి ఖగోళ విజ్ఞానానికి మధ్య ఓ బలమైన ముడిపడింది.

మొట్టమొదటి దూరదర్శినులలో (గెలీలియో వాడినవి) రెండు కటకాలు ఉంటాయి.

కంటితో చూడగలిగే విషయాలన్నీ చూసేశాం. ఇక ఈ దూరదర్శివే మనకి బిక్కు



ఈ దూరదర్శిని చూపించ గల విషయాలన్నీ చూసేశాం. ఇంతకన్నా శక్తివంతమైన పరికరం ఉంటే బావుంటుంది.

పరిశీలనాత్మక ఖగోళశాస్త్రంలో అభివృద్ధి అంటే సామాన్యంగా దూరదర్శినిలో అభివృద్ధి.

పెద్ద కటకాన్ని వస్తుగతం (objective) అంటారు, చిన్న దాన్ని కంటి అద్దం (eyepiece) అంటారు.



వస్తుగతం ఎంత పెద్దదైతే, అంత ఎక్కువ కాంతిని గ్రహిస్తుంది, అన్ని ఎక్కువ విషయాలని చూపిస్తుంది.

1700లో హెర్షెల్ 40 అడుగుల పొడవున్న దూరదర్శినిని నిర్మించాడు. అందులోని వస్తుగత కటకం వ్యాసం 4 అడుగులు.

గెలీలియస్ దూరదర్శినితో కొన్ని మౌలిక ఇబ్బందులు ఉన్నాయి.

పెద్ద పెద్ద కటకాలని నూరడం కష్టం. అవి చాలా బరువుగా ఉంటాయి. వాటి భారానికి అవే కుంగిపోతాయి.

ఎందుకో చిత్రం స్పష్టంగా కనిపించడం లేదు.



అంచులు రంగుదేలి, అల్లుక్కుపోయినట్టు ఉన్నాయి.

కాంతి లక్షణాలని లోతుగా అర్థం చేసుకున్న న్యూటన్ కటకానికి బదులుగా వస్తుగతం స్థానంలో ఓ వంపు తిరిగిన అడ్డాన్ని వాడాడు.

గాజు అయితే వివిధ వర్ణకాంతులని వివిధ కోణాలకి వంచుతుంది. తెల్లకాంతిలో ఎన్నో రంగులు ఉంటాయి కాబట్టి హరిమింటి చిత్రాలు కనిపిస్తాయి.



అద్దం కూడా గాజు చేసేదే చేస్తుంది. కాంతిని కేంద్రీకరిస్తుంది. కాని కటకంలా కాక, అద్దం అయితే అన్ని రంగులని ఒకే విధంగా కేంద్రీకరిస్తుంది.

పైగా అద్దం అయితే నూరడానికి ఒకే ఉపరితలం ఉంటుంది. కటకం కన్నా అద్దం తేలిక కూడా. ఇలాంటి పరావర్తన దూరదర్శినులు (వీటిని న్యూటోనియన్ దూరదర్శినులు అని కూడా అంటారు) అంటే ఇప్పటికీ ఔత్సాహిక ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకి చాలా ఇష్టం.

మరింత మెరుగైన దూరదర్శినులని తయారుచెయ్యడం ఒక ఎత్తు. గాలిలో ఉండే ధూళి, వాతావరణంలో వచ్చే ఆటంపోట్లు - ఇవన్నీ దూరదర్శినుల సామర్థ్యానికి కళ్లెం వేస్తాయి. ఖగోళవేత్తలు ఈ ఇబ్బందులు అన్నీ ఎదుర్కోవాలి.

ఈ రోజుల్లో విశ్వం యొక్క అతి స్పష్టమైన చిత్రాలన్నీ అంతరిక్షంలో స్థాపించబడ్డ దూరదర్శినుల నుండి వస్తాయి.

ఈ జనానికి దూరంగా మన దూరదర్శినిని ఏ హిమాలయల మీదకో తీసుకెళ్లే?



ఆకాశాన్ని చూడాలంటే సన్నాహం పుచ్చుకోవాలా?

అందుకే ప్రస్తుతం పెద్ద పెద్ద వేధశాలలన్నీ పర్యటాల మీద ఉంటాయి.

బాబోయ్! ఎముకలు కొరికే చూ!



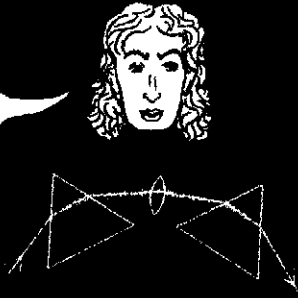
ఇది ఎంత సాగునుగా ఉన్నాతో!



కొన్ని దూరదర్శినులు భూమి చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగుతుంటాయి. కొన్ని భూమిని పదిలి సౌరమండలం దాటిపోయాయి. హుయిల్, వాయేజర్ లాంటి అంతరిక్ష దూరదర్శినులు విశ్వాన్ని పృథ్వం చేసే చుదలాది అందమైన చిత్రాలని పంపాయి.

ఆ విధంగా దూరదర్శిగులు ఇంకా ఇంకా పెద్దదై, విశ్వాన్ని మరింత విస్తృతంగా ప్రదర్శిస్తుంటే అదే సమయంలో మరో ముఖ్యమైన పరిణామం కూడా జరిగింది.

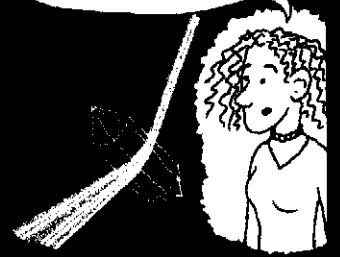
సూర్యకాంతిలో ఎన్నో రంగులు కలిసి ఉన్నాయి. పట్టకం వాటిని పేరు చేస్తుంది.



ఆ రంగులని తిరిగి కలిపితే మునుపటి తెల్లని కాంతి వస్తుంది.

ఓ స్పటికంలోంచి తెల్లని కాంతిని పంపిస్తే ఇంద్రధనుస్సు రంగులు కనిపిస్తాయని ప్రాచీనులకి కూడా తెలుసు. కానీ వాళ్లు ఆ రంగులన్నీ స్పటికలోంచి వస్తున్నాయని అనుకున్నారు.

అంతా స్పటిక మహత్వం!



1666లో న్యూటన్ చేసిన ఈ అమిథ్యరణ పల్ల విన్నో ముఖ్యమైన పరిణామాలు జరిగాయి.

కాని న్యూటన్ ప్రయోగం తరువాత దృష్టి స్పటికం మీద సుందీ రాంతి మీదకి ముక్కింది.

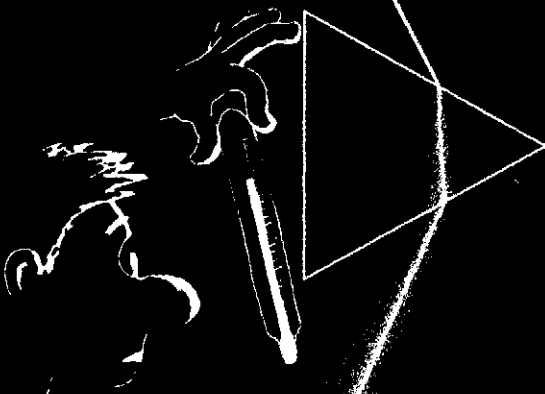
18వ శతాబ్దంలో కాంతిలో కేవలం ఇంద్రధనుస్సు రంగులే కాక మరెన్నో అంశాలు ఉన్నాయని కనుక్కున్నారు.

చీకటి గదిలో శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగాలు చేశారు.

బ్రతుంగా ఉండే! ఇంద్రధనుస్సు రంగుల అవతల ఉన్న చీకట్లో కూడా నేడి వుడుతోంది.

ఇది మరి బడ్డూరం! ఇంద్రధనుస్సుని ఫోటో తీస్తే అది ఇంద్రధనుస్సు కన్నా పెడల్పంగా ఉండే!

అంటే సూర్యకాంతిలో ఉంటే కనిపించని కిరణాలు కొన్ని ఉన్నాయన్నమాట. ఉంటే కనిపించే రంగులని పేరు పెసిపట్టే. పట్టకం ఈ అదృశ్యరంగులని కూడా పేరు చేస్తుంది.



అదృశ్య రంగులతో పాటు ఈ రంగులు అన్నిటినీ కలిపి వర్ణమాల అంటారు.

వర్ణమాలలో నీలలోహితానికి అవతల ఉన్న ప్రాంతాన్ని అతినీలలోహితం అంటారు.

అలాగే ఎరుపుకన్నా అవతల ఉన్న ప్రాంతాన్ని పరారుణ అంటారు.

V I B G Y O R



ఆధునిక సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతిలో తరంగాలు ఉంటాయి. వివిధ రంగుల తరంగాలకి వివిధ పౌనఃపున్యాలు ఉంటాయి. దృశ్య వర్ణమాలలో (ఇంద్రధనుస్సు రంగులు) చూస్తే ఎరుపుకి అన్నిటికన్నా పొడవైన తరంగదైర్ఘ్యం, నీలలోహితానికి అన్నిటికన్నా పొట్టి తరంగదైర్ఘ్యం ఉంటాయి. అతినీలలోహితం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం ఇంకా చిన్నది. అలాగే పరారుణ తరంగదైర్ఘ్యం ఎరుపు కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

కాంతి యొక్క సంపూర్ణ వర్ణమాలని గమనిస్తే అది అతినీలలోహిత, పరారుణ వర్ణాలకి అవతలకి కూడా విస్తరించి ఉంటుందని ప్రస్తుతం మనకు తెలుసు. అలాంటి సువిస్తార వర్ణమాలలో మనకి కనిపించే దృశ్య వర్ణమాల చాలా చిన్నది.

ఇంద్రధనుస్సు రంగుల లాగానే అదృశ్య వర్ణమాలలోని వివిధ తరంగాలకి కూడా ఎన్నో పేర్లు పెట్టారు : X-కిరణాలు, గామా కిరణాలు, మైక్రో తరంగాలు, రేడియో తరంగాలు మొ..

1835లో ఆగస్ట్ కోంత్ అనే ఫ్రెంచ్ తాత్వికుడు ఇలా అన్నాడు...

తారలలో
ఏముందో
మరిగి
ఎప్పుడికి
కనుక్కోలేడు.



అతడు అన్నది తప్పని త్వరలోనే తేలనుంది.

19వ శతాబ్దంలో జరిగిన కొన్ని అధ్యయనాల పల్ల కాంతి పర్యవేక్షణ పద్ధతులు ఖగోళశాస్త్రంలోకి ప్రవేశించాయి.

ఈ కొద్దికాలంలోనే పచ్చి కాంతిని
పి పట్టకంలోంచి పోయింది. ఆ పచ్చి
ఇంతద్రవమయ్యి ఎలా ఉంటుందో?

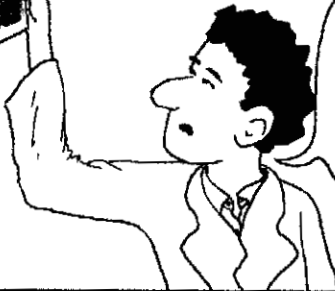


ఎర్రగా కాల్చిన ఇసుక కట్టి నుండి
పచ్చి కాంతిని పోయిందో?



వివిధ మూలాల నుండి వెలువడే కాంతిని విశ్లేషించసాగారు.

నేడెక్కిన వివిధ మూలాలు వెలువరించే కాంతి
వర్ణమాలలు రకరకాలుగా ఉన్నాయి. అలా విస్తృతంగా
అధ్యయనం చేశాక వర్ణమాల సహాయంతో ఆ పదార్థంలో
ఏముందో చెప్పగలిగారు.



ఇందులో
ఒక వంతు
బంగారం,
మూడు వంతులు
వెండి ఉన్నట్లుంది.
మిగిలినంతా ఏమి?

ఈ కొత్త సామర్థ్యాన్ని చూసి ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు పరమానంద పడ్డారు.

ఇది అద్భుతం!
అలాగే తారల వర్ణమాలలని
చూస్తే? వాటి ప్రకారానికి
తారలపైన పదార్థాలు ఏంటో
తెలుసుకోవచ్చు.



త్వరలోనే ఈ సంబరం అంతా ప్రగాఢ విశ్వాసంగా మారింది.

సూర్యుడిని చేరుకుని,
అందులోంచి ఓ చిన్న
తునకని తెచ్చి
ప్రయోగశాలలో
విశ్లేషిస్తే...



.... సూర్యకాంతి
యొక్క వర్ణమాలలని
విశ్లేషిస్తే తెలిసేదాని
కన్నా ఎక్కువే
తెలియదు.

సూర్యకాంతి యొక్క వర్ణమాలలో మొట్టమొదట కనుక్కున్నది
హీలియమ్ (తేలే గాలిబుడగల్లో ఉండేది ఇదే). ఆ తరువాత దాన్ని
ప్రయోగశాలలో కూడా తయారుచేశారు

అలాగే గ్రహాల నుండి, తారల నుండి, నెబ్యులాల నుండి, గెలాక్సీల
నుండి, చచ్చే కాంతి యొక్క వర్ణమాలలని వివరంగా విశ్లేషించారు. ఈ
అధ్యయనాల పల్ల తారలలోని పదార్థంలోని అంశాలేమిటి, అవి నుండి
కాంతి ఎలా వుడుతోంది మొదలైన విషయాల గురించి
విశ్లేషించడానికి సాధనాలు దొరుకడం.

పర్యవేక్షణ శాస్త్రం పల్ల శాస్త్రవేత్తల దృష్టి విశ్వం యొక్క
యాభురేఖల నుండి వాటిలోని భౌతిక పదార్థం మీదకి,
ఆ పదార్థంలో జరిగే ప్రక్రియల మీదకి మళ్లించింది.

ఖగోళవస్తువులు అంతరిక్షంలో ఎలా కదులుతాయి, ఒక దాని మీద ఒకటి
ఎలా ప్రభావం చూపుతాయి మొదలైన విషయాలని పరిశోధించే భౌతిక
శాస్త్రాన్ని స్థాపన సాధించాడు. ఖగోళ వస్తువులలో జరిగే వివిధ భౌతిక
ప్రక్రియలని అర్థం చేసుకోవడానికి పర్యవేక్షణ శాస్త్రం పనికొచ్చింది.

అందుకే నేడు భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక భాగంగా ఖగోళశాస్త్రం
పరిగణించబడుతోంది.

ఆధునిక దూరదర్శినులు కాంతిని గురించిన మరింత లోతైన అవగాహన మీద ఆధారపడి పనిచేస్తాయి.

గొప్ప వైవిధ్యం గల విద్యుదయస్కాంత కిరణాలు అంతరిక్షం నుండి భూమి మీద పడతాయి. వాటిలో దృశ్యకాంతి చాలా చిన్న భాగం మాత్రమే.

కాని కాంతిలో అదృశ్య అంశాల వల్ల ఏం ప్రయోజనం?

అది మనిషికి కనిపించకపోవచ్చు. కాని దాన్ని ఫోటో తీయవచ్చు. ఎక్స్-కిరణాలతో నీ ఎముకలనెప్పుడూ ఫోటో తీయించుకోలేదా?

అదృశ్య కాంతిని కూడా ఫోటో ఫిల్మ్ మీద ఫోటో తీయొచ్చు. అధునాతన ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాల సహాయంతో కృత్రిమ రేటినాలని తయారుచేసి మానవ నేత్రం చూడని విషయాలని చూడొచ్చు.

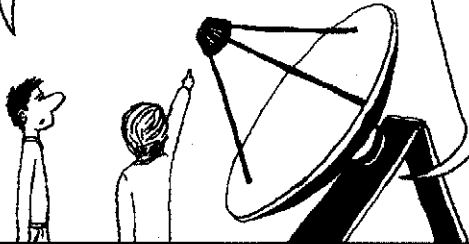
డిజిటల్ కెమేరా ఒక విధంగా ఎలక్ట్రానిక్ కన్నులా పనిచేస్తుంది. ఎలక్ట్రానిక్ రేటినాలు అదృశ్య కాంతిని కూడా పట్టగలదు.



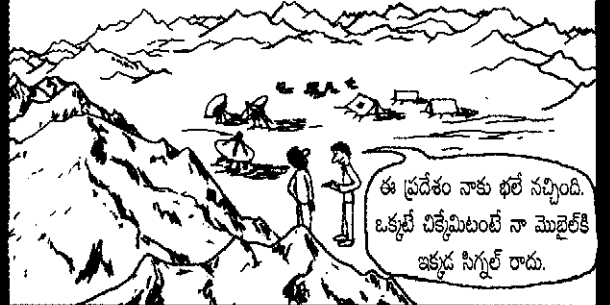
ఆధునిక దూరదర్శినులలో అధిక శాతం అదృశ్యకాంతిని పట్టగలవు. వర్ణమాలలో ఏ భాగానికి అవి స్పందిస్తాయి అన్నదాని బట్టి వాటిని పరారుణ దూరదర్శినులని, ఎక్స్-కిరణ దూరదర్శినులని, రేడియో దూరదర్శినులని అంటారు.

ఇది దూరదర్శినా? దీని డిష్ ఆంటెన్నాలా లేదా?

ఆవును నిజమే. కాని ఆ చిన్న పెట్టె తెరిస్తే అందులో ఓ సంక్లిష్టమైన eyepiece ఉంటుంది. ఓ ఎలక్ట్రానిక్ రేటినా కూడా ఉంటుంది. ఆ డిష్కి ఓ వస్తుగతం (objective) లా పనిచేస్తుంది.



దృశ్యకాంతి మీద పనిచేసే దూరదర్శినులకైతే పర్వతాగ్రాలే మేలు. చుట్టూ ఉండే పర్వతాలు కృత్రిమ మూలల నుండి వచ్చే అవాంఛనీయ కిరణాలని అడ్డుకుంటాయి.

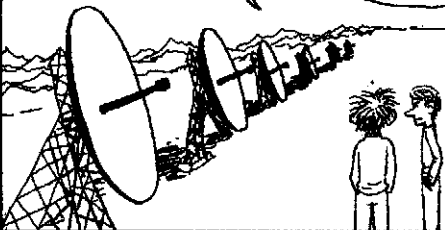


ఈ ప్రదేశం నాకు భలే నచ్చింది. ఒక్కటే చిక్కేమిటంటే నా మొబైల్ కి ఇక్కడ సిగ్నల్ రాదు.

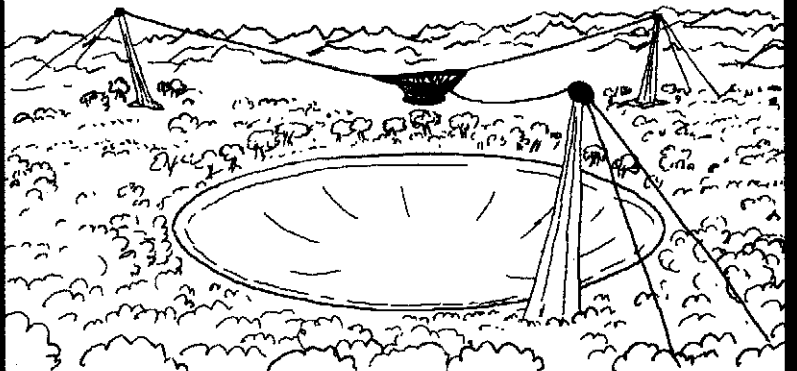
కొన్నిసార్లు రేడియో దూరదర్శినుల సమూహాలు సమిష్టిగా ఆకాశాన్ని పరిశీలిస్తుంటాయి.

ఇలాంటి దూరదర్శినుల దొంతర ఎందుకు? ఒక్క దూరదర్శిని చూడలేనిది, పది దూరదర్శినులతో కనిపిస్తుందా?

రేడియో దూరదర్శినుల విభయంలో అయితే ఎన్ని ఉంటే అంత మంచిది. ఎక్కువ ఉంటే ఎక్కువ కిరణాలని గ్రహించగలుగుతాయి.



మనకి తెలిసినంతవరకు ఏకైక డిష్ ఉన్న, ప్రపంచంలో అతిపెద్ద దూరదర్శిని పోర్టోరికోలోని అరెసిబోలో ఉంది. ఇందులో డిష్ 305 మీటర్ల వ్యాసం ఉన్న ఓ సిమెంట్ చిప్ప. దాని eyepiece తాళ్ల నుండి వేలాడుతుంటుంది.



విశ్వంలో ఇంతకు మున్నెడూ చూడనంత దూరం చూశాం. అత్యంత ప్రాచీనమైన విశ్వభూగాలని తిలకించాం. మనం నమ్మింది నిజమేననుకుంటే, విశ్వంలో ఇంకా చూడనిది ఏమైనా ఉందా?

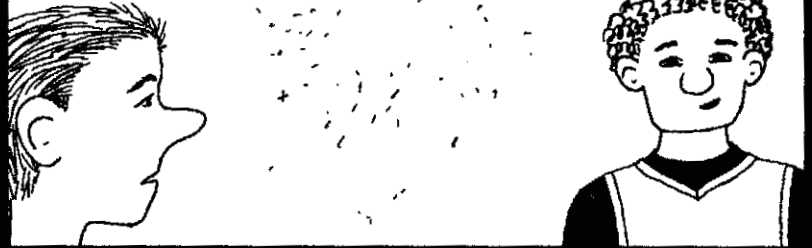
ఎందుకు లేదు? అదుగో మన పొరుగింటి ఆసామిని కూడా ఇంకా సరిగ్గా పరిచయం చేసుకోలేదు.



మనం తెలుసుకోవాల్సిన వస్తువులు ఇంకా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయి. ప్రస్తుతం మన అంతరిక్ష ప్రణాళికకి ఎన్నో లక్ష్యాలు ఉన్నాయి.

మొట్టమొదటి విషయం మనం తెలుసుకోవాలనే తపస్వి తృప్తిపరచుకోవడం. అక్కడ ఏముందో బీల్చినంత తెలుసుకోవడం.

అదిగాక ఎన్నో లోకకల్పిత లక్ష్యాలు కూడా ఉన్నాయి.



భూమి మీద జీవప్రపంచం నాశనం కాకుండా నివారించడం ఒక గొప్ప లక్ష్యం.

ఏదో రోజు ఓ పెద్ద ఉల్క భూమిని ఢీకొని భూమి మీద జీవాల్నిబిలి నాశనం చేసి అవకాశం స్వల్పంగా ఉంది.

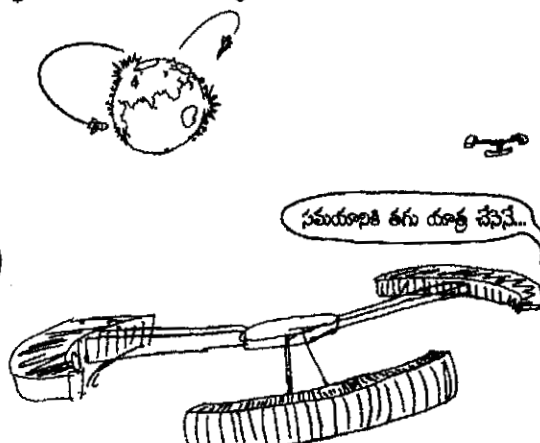
అలాంటిది అంటూ జరిగేలా ఉంటే దాన్ని ముందే గుర్తించి, ఆ ఉల్కని దారి తప్పించే చర్యలు తీసుకోవాలి.



మన గ్రహం మీద జీవితం భవిష్యత్తులో మరింత దుర్భరం కావచ్చు. కాబట్టి అంతరిక్షాన్ని జయిస్తేనే మానవ జాతి చిరకాలం వర్ధిల్లగలదని కొందరి నమ్మకం.

కొంచెం కట్టమే కాని ఈ యాత్ర తప్పదు...

సమయానికి తగు యాత్ర చేస్తే...



జీవం అనేది కేవలం భూమి మీదే ఉందని అనుకోవడం అమాయకత్వమే కాదు, అహంభావం కూడా అవుతుంది.

గ్రహంతర వాసులని చూశాం... ఓవర్... గ్రహంతర వాసులని చూశాం...



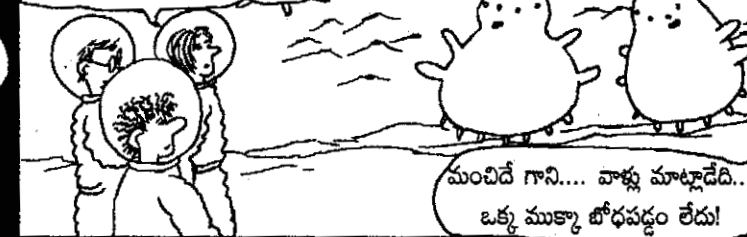
దెక్కాస్తా నజబజజజరా... తిగ్రాస్తా సభరనమయవా...



అంతరిక్షంలో లోతుగా ప్రయాణించడం, ఇతర జీవరాశుల గురించి తెలుసుకోవడం, అంతరిక్షం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవడం - ఇవన్నీ మన విజ్ఞానాన్ని మరింత విస్తరింపజేస్తాయి. అప్పుడు మనుషుల మధ్య విభేదాలు తొలగి, వైషమ్యాలు కరిగి, ఐకమత్యం బలపడుతుందేమో.

మేం భూలోక వాసులం. కులాసానా?

బాసూ, సుఖ్య చెప్పింది నిజమే. మన గ్రహానికి బయట కూడా జీవులు ఉన్నాయి.



మంచిదే గాని.... వాళ్లు మాట్లాడేది... ఒక్క ముక్కా బోధపడ్డం లేదు!

నక్షత్రాలన్నీ ఒకే రకంగా కదులుతుంటాయా?

మరి గ్రహాల సంగతి ఏమిటి? అవి అటు, ఇటు ఎందుకు తిరుగుతుంటాయి?

బంతి మాదిరిగా భూమి గుండ్రంగా ఉంటే, మరి మనకు బల్లపరుపుగా ఎందుకు కనబడుతుంది?

కాంతిని వెదజల్లినట్లే సూర్యుడు గురుత్వాకర్షణ శక్తిని కూడా ప్రసరిస్తాడా?

దృష్టి విక్షేపణం అంటే ఏమిటి, ఈ విశ్వ దూరాలను కొలవటానికి అది ఎలా ఉపయోగపడుతుంది?

ఖగోళశాస్త్రం ఒక అనంత సాగరం లాంటిది. దీనిపట్ల మన అవగాహన, జ్ఞానం రాత్రికి రాత్రి ఏర్పడలేదు, వేల సంవత్సరాలుగా రూపుదిద్దుకుంటూ వచ్చింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్ర ఒక రకంగా మానవ చరిత్రనంతా విస్తరించి ఉంటుంది. ఈ శాస్త్రం మాదిరిగానే దీని చరిత్ర కూడా అంతే ఆసక్తికరంగా, సంక్లిష్టంగా ఉంటుంది.

ఈ బొమ్మల పుస్తకం ఖగోళ 'శాస్త్రం' గురించి కాదు, అది ఎలా పరిణామం చెందిందో ఒక కథలాగా చెపుతుంది.



మంచి పుస్తకం



జన విజ్ఞాన వేదిక

ISBN 978-93-80153-53-7



9 789380 153537